

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-051231

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int.Cl.

G02B 27/18  
G02F 1/13  
G02F 1/1335  
G03B 21/00  
G03B 33/12  
G09F 9/00

(21)Application number : 11-266452

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 21.09.1999

(72)Inventor : HAYASHI KOTARO

(30)Priority

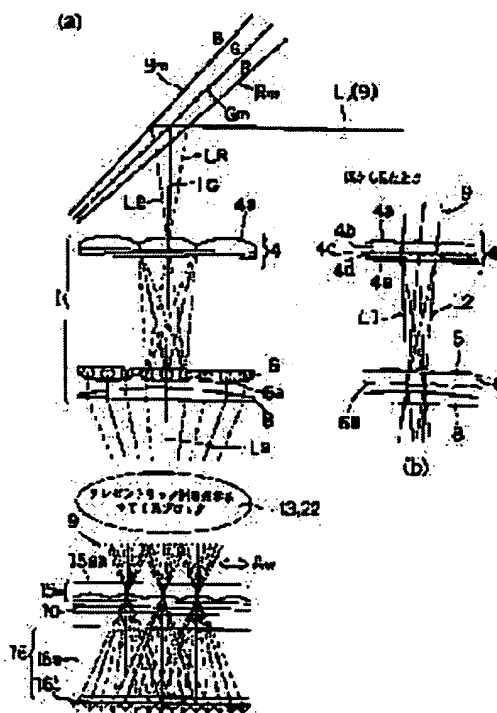
Priority number : 11155991 Priority date : 03.06.1999 Priority country : JP

## (54) DISPLAY OPTICAL DEVICE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To constitute an efficient display panel whose pixel pitch is fine by alternately arraying the plural light beams of three colors R, G and B as the illumination light and respectively illuminating the plural adjacent pixels of the display panel with the light beams of identical color.

**SOLUTION:** Dichroic mirrors Rm, Gm and Bm reflecting the light beams having R, G and B wavelength regions are arranged behind a UVIR cut filter 7 at different inclinations. Light beams 9 made incident along an optical axis L are reflected by the respective mirrors Rm, Gm and Bm and arrive at a 1st lens array 4 arranged behind with optical axes LR, LG and LB having different angles. Then, the images of the light beams 9 of R, G and B, arriving at the array 4 from different directions, are formed for each cell 4a on the individual cell 6a of a 2nd lens array 6 arranged slightly behind each cell 40. Then, the plural



BEST AVAILABLE COPY

pixels 16b of the display panel 16 are illuminated by each color with the light beams color-separated into R, G and B by the mirrors Rm, Gm and Bm and the 1st and the 2nd arrays 4 and 6.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 21.09.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The illumination-light study system which separates the light from the light source in the different direction for every predetermined wavelength field, and illuminates the light as this separated illumination light to a display panel, It is display optical equipment with which it has the projection optics which shifts and projects the projection light from this display panel every [ an unit or ] two or more pixels, and two or more arrays of the light of RGB3 color are carried out by turns, and said illumination light is characterized by illuminating the pixel of the \*\*\*\*\* plurality [ light / of each same color ] of said display panel.

[Claim 2] Said illumination-light study system is display optical equipment according to claim 1 with which one lens is characterized by having the micro-lens array or micro cylinder lens array corresponding to the pixel unit of the lot which the light of said RGB3 color illuminates.

[Claim 3] Display optical equipment according to claim 1 or 2 characterized by shifting and projecting the projection light from said display panel so that the pixel of somewhere else may lap in the same color into one frame.

[Claim 4] Display optical equipment according to claim 1 or 2 characterized by shifting and projecting the projection light from said display panel so that the pixel of somewhere else may lap in the same color ranging over inter-frame.

[Claim 5] Display optical equipment according to claim 1 characterized by carrying out an information display by combining the pixel which shifts the projection light from said display panel for every pixel, projects, and indicates by ON to the specific location this projected.

[Claim 6] Display optical equipment according to claim 5 characterized by carrying out a gradation expression by determining the pixel which indicates by ON corresponding to the difference of the intensity distribution in every two or more pixels of each of said color.

[Claim 7] Separate the light from the light source in the different direction for every predetermined wavelength field, and the light as this separated illumination light is continuously shifted in a minute pitch. It is display optical equipment with which it has the illumination-light study system illuminated to a display panel, and the projection optics which projects the projection light from this display panel, and two or more arrays of the light of RGB3 color are carried out by turns, and said illumination light is characterized by illuminating the pixel of the \*\*\*\*\* plurality [ light / of each same color ] of said display panel.

[Claim 8] Said illumination-light study system is display optical equipment according to claim 7 characterized by having the micro cylinder lens array which carries out Isshiki [ every ] image formation of said separated illumination light on said display panel for every wavelength field.

[Claim 9] Display optical equipment according to claim 7 or 8 characterized by carrying out an information display by combining the time zone which indicates by ON in said pixel of the illuminated specification.

[Claim 10] Display optical equipment according to claim 9 characterized by carrying out a gradation expression by determining the time zone which indicates by ON corresponding to the temporal response of the intensity distribution of the illumination light of each of said color.

[Claim 11] Said display panel is display optical equipment according to claim 7 characterized by shifting said illumination light by having lighting / projection separation optical system which is a reflective mold panel and separates said illumination light and said projection light, arranging a micro-lens array or a micro cylinder lens array to the illumination-light incidence side of this lighting / projection separation optical system, and driving this micro-lens array or a micro cylinder lens array.

[Claim 12] Display optical equipment according to claim 11 characterized by having arranged the color-separation optical system which separates the light from the light source in the different direction for every predetermined wavelength field just before said micro-lens array or a micro cylinder lens array.

[Claim 13] Said lighting / projection separation optical system is display optical equipment according to claim 11 or 12 characterized by being the prism which leads said illumination light to said display panel by total reflection, and leads the projection light from this display panel to said projection optics by transparency.

[Claim 14] Said lighting / projection separation optical system is display optical equipment according to claim 11 or 12 characterized by being a polarization beam splitter.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the display optical equipment which projects the image of a reflective mold display panel.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the display optical equipment of for example, a projection mold is known as one of the approaches of displaying an image. Recently in such display optical equipment, the so-called reflective mold display panels, such as a reflective mold liquid crystal display panel, are mainly used. And in order to use the illumination-light study system in order to illuminate efficiently the optical image on such a reflective mold display panel to homogeneity, and to lead the illumination light from an illumination-light study system to a reflective mold display panel, the micro-lens array arranged just before a reflective mold display panel is used.

[0003] What put the object for R, the object for G, and the object for B in order one by one for every pixel is specifically used by using a reflective mold display panel as the so-called veneer. Change an include angle for every RGB and incidence of what carried out color division of the illumination light beforehand at RGB is carried out to each micro lens on 1 picture element (what made 1 set 3 pixels of RGB on a display panel in 1 picture element), or two or more picture element [ every ] micro-lens array. He is trying to condense to the object for R of a reflective mold display panel, the object for G, and the pixel for B, respectively.

[0004] Drawing 22 is drawing showing typically the relation of the micro-lens array and display panel which are a conventional example. This is adopted as the projector optical system which used transparency mold liquid crystal for the display panel by the veneer method as indicated by JP,4-60538,A. The object for R, the object for G, and the object for B are put in order one by one for every pixel, and an include angle is changed for every RGB, and he carries out [ a display panel 16 is used as the veneer here, and ] incidence of the one every picture element of the things which carried out color division of the light 9 from the light source 1 mentioned later beforehand at RGB to each micro-lens 61a of the micro-lens array 61, and is trying to condense to the object for R of a display panel 16, the object for G, and the pixel for B, respectively. Thereby, efficient lighting can be performed. In addition, the micro-lens array 61 of this drawing and right and left of a display panel 16 are omitting illustration.

[0005] Drawing 23 is drawing showing typically the relation of the micro-lens array and display panel which are indicated by JP,9-318904,A, and which are other conventional examples. As shown in this drawing, even micro-lens 62a of the micro-lens array 62 hits here, and it is not three RGB but RGBRGB about the light 9 from the light source 1. -- He carries out and carries out incidence to the flux of light of two or more picture elements of order, and is trying to condense to the object for R of a display panel 16, the object for G, and the pixel for B, respectively. In addition, the micro-lens array 62 of this drawing and right and left of a display panel 16 are omitting illustration.

[0006] In addition, in a display panel with the pixel located in a line in order of such RGB, though it is the so-called veneer method, it is desirable that color display of resolution equivalent to 3 so-called plate methods can be performed, without increasing the number of pixels. For this reason, conventionally, the so-called color pixel time-division system which piles up 3 cycle in time is held so that RGB may shift in order.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with a configuration like a conventional example shown

by the above-mentioned Fig. 2222, since the pixel pitch is fine, in order to consider as an efficient configuration, spacing of micro-lens 61a and each pixel of a display panel 16 becomes very short, and the configuration of the latest liquid crystal display panel used as a display panel becomes actually impossible. Specifically, as for the latest liquid crystal display panel, the pixel pitch is 10-20 micrometers for the raise in a pixel.

[0008] Like the micro-lens array 61 of a conventional example, when illuminating each pixel of a display panel 16 by the flux of light of each one RGB, it becomes the distance of 100 micrometers or less between micro-lens 61a and each pixel of a display panel 16, and these creation is substantially impossible for it. Even if it is actually able to create, the curvature of a micro lens is large, aberration etc. will arise and good lighting cannot be performed.

[0009] Although other conventional examples shown by above-mentioned drawing 23 R> 3 are effective in order to solve these problems In such a configuration, spacing of the flux of light by which color division was carried out In order to lose the lighting nonuniformity in big spans, such as the circumference [ as opposed to / since it is beforehand set up by one step of integrator by the lens array which is not illustrated here / middle of the screen ] Having to divide [ for example, ] fairly [ a lens array ] finely, 4-7 or more \*\*\*\*s is needed also in the coarse direction of a long side of division. In this case, since each pixel of micro-lens 62a and a display panel 16 separates greatly conversely and the f number of micro-lens 62a each serves as darkness below a diffraction limitation, it does not condense well.

[0010] With the integrator by the lens array, although it becomes large with about 500-800 micrometers between micro-lens 62a and each pixel of a display panel 16 about the light 9 from the light source 1 beforehand when [ of RGBRGB-- ] it divides into the flux of light, the f number of each micro-lens 62a becomes more than F20, and the amount of dotage of the image formation by diffraction ( $1.22 \times \text{wavelength} / \lambda \times f \text{ number}$ ) will become about ten microns, and, specifically, it will become a pixel pitch and an EQC. At this time, substantially, the flux of light of RGB divided finely, respectively is protruded from each pixel on a pixel side, and causes the fall of color purity, and the sharp down of effectiveness.

[0011] Moreover, when the micro-lens array which also generally has one micro lens per 1 picture element is placed just before a display panel, the direction where an image fades by diffraction becomes large rather than the f number of a micro-lens array is dark and carries out image formation to a pixel, and becomes rather inefficient. And since the light source images which are contributed between the approaching picture elements in the case of the micro-lens array which has one micro lens per two or more picture elements (most examples indicated by JP,9-318904,A are this) differ, the difference of the brightness of a light source image generates the lighting nonuniformity in a small span called between \*\*\*\*\* picture elements.

[0012] This invention aims at offering the display optical equipment of high resolution in which an efficient configuration is possible also in a display panel with a fine pixel pitch.

[0013]

[Means for Solving the Problem] The illumination-light study system which separates the light from the light source in the different direction for every predetermined wavelength field in this invention, and illuminates the light as the separated illumination light to a display panel in order to attain the above-mentioned purpose, It has the projection optics which shifts and projects the projection light from the display panel every [ an unit or ] two or more pixels, and two or more arrays of the light of RGB3 color are carried out by turns, and said illumination light is taken as the configuration of claim 1 to which the light of each same color illuminates the pixel of \*\*\*\*\* plurality of said display panel.

[0014] Moreover, said illumination-light study system is taken as the configuration of claim 2 according to claim 1 in which one lens has the micro-lens array or micro cylinder lens array corresponding to the pixel unit of the lot which the light of said RGB3 color illuminates.

[0015] Moreover, it considers as the configuration of claim 3 according to claim 1 or 2 which shifts and projects the projection light from said display panel so that the pixel of somewhere else may lap in the same color into one frame.

[0016] Moreover, it considers as the configuration of claim 4 according to claim 1 or 2 which shifts and projects the projection light from said display panel so that the pixel of somewhere else may lap in the same color ranging over inter-frame.

[0017] Moreover, the projection light from said display panel is shifted and projected for every pixel, and it

considers as the configuration of claim 5 according to claim 1 which carries out an information display by combining the pixel which indicates by ON to the location of the specification projected.

[0018] Moreover, it considers as the configuration of claim 6 according to claim 5 which carries out a gradation expression by determining the pixel which indicates by ON corresponding to the difference of the intensity distribution in every two or more pixels of each of said color.

[0019] Moreover, separate the light from the light source in the different direction for every predetermined wavelength field as another configuration, and the light as the separated illumination light is continuously shifted in a minute pitch. It has the illumination-light study system illuminated to a display panel, and the projection optics which projects the projection light from the display panel, and two or more arrays of the light of RGB3 color are carried out by turns, and said illumination light is taken as the configuration of claim 7 to which the light of each same color illuminates the pixel of \*\*\*\*\* plurality of said display panel.

[0020] Moreover, said illumination-light study system is taken as the configuration of claim 8 according to claim 7 which has the micro cylinder lens array which carries out Isshiki [ every ] image formation of said separated illumination light on said display panel for every wavelength field.

[0021] Moreover, in said pixel of the illuminated specification, it considers as the configuration of claim 9 according to claim 7 or 8 which carries out an information display by combining the time zone which indicates by ON.

[0022] Moreover, it considers as the configuration of claim 10 according to claim 9 characterized by carrying out a gradation expression by determining the time zone which indicates by ON corresponding to the temporal response of the intensity distribution of the illumination light of each of said color.

[0023] Moreover, said display panel is a reflective mold panel, it is equipped with lighting / projection separation optical system which separates said illumination light and said projection light, arranges a micro-lens array or a micro cylinder lens array to the illumination-light incidence side of the lighting / projection separation optical system, and considers it as the configuration of claim 11 according to claim 7 which shifts said illumination light by driving the micro-lens array or a micro cylinder lens array.

[0024] Moreover, color-separation optical system which separates the light from the light source in the different direction for every predetermined wavelength field is considered as the configuration of claim 12 according to claim 11 arranged just before said micro-lens array or a micro cylinder lens array.

[0025] Moreover, said lighting / projection separation optical system is considered as the configuration of claim 13 according to claim 11 or 12 which is the prism which leads said illumination light to said display panel by total reflection, and leads the projection light from the display panel to said projection optics by transparency.

[0026] Moreover, said lighting / projection separation optical system is considered as the configuration of claim 14 according to claim 11 or 12 which is a polarization beam splitter.

[0027]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained, referring to a drawing. Drawing 1 is the block diagram showing typically the display optical equipment of the 1st operation gestalt of this invention. Although [ three-dimension-/ arrangement of each part /-originally ], in order to help an understanding, it has indicated to the plane. In this drawing, 1 is the light source and 2 is a reflector arranged so that the light source 1 may be surrounded. Moreover, 7 is a UVIR cut-off filter which cuts the ultraviolet rays and infrared radiation which are arranged so that exit hole 2a of the light of a reflector 2 may be covered, and are contained in the light source 1 and light from a reflector 2.

[0028] the back (lower part of drawing) of the UVIR cut-off filter 7 -- R (red), G (green), and B (blue) -- the dichroic mirrors Rm, Gm, and Bm which reflect the light of each wavelength field differed, respectively -- it is inclined, come out and arranged. And it is reflected with the dichroic mirror of Rm, Gm, and each Bm, and he is trying for the light 9 which has penetrated the UVIR cut-off filter 7 with the optical axis L to reach the 1st lens array 4 arranged back (method of the right of drawing) with the optical axis LR, LG, and LB of an include angle different, respectively. In addition, a total reflection mirror is sufficient as a dichroic mirror Bm. Moreover, the reflected light by the dichroic mirror of light 9 is omitting illustration.

[0029] A few is left behind the 1st lens array 4, and the superposition lens 8 is arranged the 2nd lens array 6 and just behind that. In addition, although not illustrated here, the 1st lens array 4 has each cel together put in the shape of a grid, and the 2nd lens array 6 has each cel together put in the shape of [ with the another 1st lens array 4 ] a grid. Moreover, the 1st lens array 4 has the birefringence diffraction grating, and performs the light

source 1 and polarization separation of the light 9 from a reflector 2 in the direction of a shorter side of each cel of the 2nd lens array 6. Polarization conversion is performed through the 1st lens array 4 and the 2nd lens array 6, and the light source 1 and the light 9 from a reflector 2 are arranged with specific polarization, and come out. This configuration is called a polarization inverter. About these detailed relation, it mentions later.

[0030] Moreover, he is trying for the image of each cel of the 1st lens array 4 to overlap the display panel mentioned later with the 2nd lens array 6 and the superposition lens 8 just behind that. And telecentric lighting of the display panel is carried out by the illumination-light study system 13 just behind the superposition lens 8. In addition, the superposition lens 8 may be fabricated by the 2nd lens array 6 and one. The integrator optical system I, and a call and an optical axis are set to La for from the above 1st lens array 4 to the superposition lens 8.

[0031] Moreover, the TIR prism 22 is arranged behind the illumination-light study system 13. The TIR prism 22 has the composition that \*\*\*\* of the prism 22b and 22a of the size which consists of the glass which carried out the shape of the triangle pole, respectively faced each other. Prism 22b has plane-of-incidence 22ba, total reflection side 22bb which served both as the injection side, and incidence labor attendant 22bc, and prism 22a has plane-of-incidence 22aa and injection side 22ab. Spacing of total reflection side 22bb which faced mutually, and plane-of-incidence 22aa is several micrometers - dozens of micrometers.

[0032] In accordance with an optical axis La, incidence of the light 9 from the light source 1 and the reflector 2 which penetrated the illumination-light study system 13 is first carried out to plane-of-incidence 22ba through the last condenser lens 23 to prism 22b. And by carrying out incidence to total reflection side 22bb by the incident angle exceeding a critical angle, the most is reflected, and light 9 is injected from incidence labor attendant 22bc, and faces to a display panel 16. Birefringence micro cylinder lens array 15a which brings about the micro-lens effectiveness to predetermined polarization is arranged just before that. Let the configuration explained above be an example of illumination-light study equipment.

[0033] The display panel 16 consists of DMD(s) and reflects the light 9 illuminated here by the micro mirror of the condition of ON, or the micro mirror of the condition of OFF according to display information for every pixel. At this time, through birefringence micro cylinder lens array 15a, incidence of the reflected light of ON is carried out to incidence labor attendant 22bc, and it returns to prism 22b.

[0034] And incidence is carried out to total reflection side 22bb by the incident angle within a critical angle, this is penetrated and incidence is further carried out to plane-of-incidence 22aa, and prism 22a is penetrated, and it injects from injection side 22ab, and results in projection optics 24 in accordance with an optical axis Lb as a light 21 which is projection light. It is projected on the screen which the display information on a display panel 16 does not illustrate by this projection optics 24. In addition, light 21 is omitting illustration. On the other hand, even if the reflected light of OFF penetrates Prism 22b and 22a, it is injected in the direction which finally does not result in projection optics 24. Let the configuration of the projection optics and the screen which were explained above be an example of projection optics equipment.

[0035] Since the optical axis Lb of the light 21 which is the reflected light of this ON is the configuration that a perpendicular does not become to the front face of a display panel 16 as later mentioned with this operation gestalt, it needs to make projection optics 24 the non-shaft projection optics which is not a coaxial system. As an example of this non-shaft projection optics, what is indicated by the example 4 of JP,9-179064,A, for example is proposed.

[0036] Drawing 2 is the mimetic diagram expanding and showing a part for the principal part of the display optical equipment of the 1st operation gestalt of this invention, this drawing (a) is general drawing and this drawing (b) is a side elevation of the above-mentioned integrator optical-system part. Like explanation by drawing 1, it is reflected with the dichroic mirror of Rm, Gm, and each Bm, and the light 9 which has carried out incidence in accordance with an optical axis L reaches the 1st lens array 4 arranged back (lower part of drawing) with the optical axis LR, LG, and LB of an include angle different, respectively. In addition, in this drawing (a), light 9 is omitting illustration.

[0037] A few is left behind the 1st lens array 4, and the superposition lens 8 is arranged the 2nd lens array 6 and just behind that. The 1st lens array 4 has each cel 4a together put in the shape of a grid, and the 2nd lens array 6 has each cel 6a together put in the shape of [ with the another 1st lens array 4 ] a grid. Image formation of the light 9 which reached the 1st lens array 4 from a direction which is different by RGB is carried out on each cel 6a of the 2nd lens array 6 which left a few to the back and has been arranged in it at every each cel 4a of the.



Since the directions of light differ by RGB at this time, the light source image of each RGB is made. Although each color is coming to each location mostly, in order to raise color purity, the color filter of RGB is prepared. There are few losses of the quantity of light by this color filter.

[0038] Moreover, as shown in drawing 2 (b), the 1st lens array 4 has the birefringence diffraction grating, and performs polarization separation of light 9 in the direction of a shorter side of each cel of the 2nd lens array 6. Here, polarization conversion is performed through the 1st lens array 4 and the 2nd lens array 6, and light 9 is arranged with specific polarization and comes out. This drawing (b) explains the principle of this polarization conversion anew. First, light 9 is the non-polarized flux of light, and carries out incidence to the integrator optical system I. The integrator optical system I changes from the 1st lens array 4, 1/2 wavelength plate 5, the 2nd lens array 6, and the superposition lens 8 to the order to which the flux of light progresses. Birefringence diffraction-grating 4c of a blaze configuration is formed on substrate 4b which consists of glass etc., the part which touches the blaze configuration section further is filled up with 4d of birefringence optical materials, and it is sealed in the 1st lens array 4 by glass plate 4e.

[0039] 4d of birefringence optical materials shows a different refractive index to the beam of light with which the polarization directions differ, and the refractive index to the beam of light L1 which has the plane of polarization in alignment with space differs from the refractive index to the beam of light L2 which has plane of polarization perpendicular to space in this example. Moreover, the configuration of birefringence diffraction-grating 4c is a configuration which deflects the light which goes straight on. The beam of light L1 which has the plane of polarization which met space by making equal the refractive index to the beam of light L1 which has the plane of polarization in alignment with space here, and the refractive index of a substrate ingredient Since the beam of light L2 which advances to the case where birefringence diffraction-grating 4c does not exist, and equivalence as shown by the continuous line, and has plane of polarization perpendicular to space advances in the condition that birefringence diffraction-grating 4c exists as shown by the alternate long and short dash line, a deviation will be received.

[0040] On the other hand, the 1st lens array 4 carries out space division of the light 9 which carries out incidence, and it is made it to carry out image formation on the 2nd lens array 6. The beam of light L1 which has the plane of polarization in alignment with space goes straight on, carries out image formation, and carries out image formation of the beam of light L2 which has plane of polarization perpendicular to space in response to a deviation. Therefore, image formation of the beam of light L1 which has the plane of polarization in alignment with space, and the beam of light L2 which has plane of polarization perpendicular to space will be carried out in a spatially different location. Then, it becomes possible to keep step with the flux of light which has one of plane of polarization by arranging 1/2 wavelength plate 5 to the space which is carrying out image formation of the flux of light which has said one of plane of polarization to the 2nd lens array 6 light-source close-attendants side.

[0041] Here, 1/2 wavelength plate 5 is used to the beam of light L2. Therefore, from the integrator optical system I, the polarization altogether arranged with parallel plane of polarization to space will inject as illumination light. In addition, a birefringence optical material is obtained by carrying out orientation processing for example, of the liquid crystal ingredient in the predetermined direction etc. Moreover, since the liquid crystal ingredient which will be hardened if the exposure of ultraviolet rays etc. is received is known, it may be made to perform UV irradiation etc. after the above-mentioned orientation processing using such a liquid crystal ingredient.

[0042] Then, if it returns to this drawing (a) and explains, he is trying for the image of each cel of the 1st lens array 4 to overlap a display panel 16 with the 2nd lens array 6 and the superposition lens 8 just behind that. And telecentric lighting of the display panel 16 is carried out by the illumination-light study system 13 just behind the superposition lens 8. Here, as drawing 1 also showed, birefringence micro cylinder lens array 15a constituted with a birefringence ingredient is arranged just before the display panel 16.

[0043] and the light 9 whose color was separated into RGB by the above-mentioned dichroic mirror and the 1st and 2nd lens array should pass the illumination-light study system 13 and the TIR prism 22 -- this birefringence micro cylinder lens array 15a -- each -- some pixel 16b of a display panel 16 is illuminated for every color by micro cylinder lens 15aa, respectively. In addition, it is good also as a diffraction lens instead of micro cylinder lens 15aa. Right and left of birefringence micro cylinder lens array 15a of this drawing and a display panel 16 are omitting illustration. In addition, although the quarter-wave length plate 10 is arranged among these, about

this, it mentions later.

[0044] With this operation gestalt, spacing of birefringence micro cylinder lens array 15a and a display panel 16 is 2mm - 3mm, and the tooth spaces of enough which arrange birefringence micro cylinder lens array 15a are located on the outside of cover glass 16a which protects pixel 16b of DMD of a display panel 16. Moreover, although it has composition which illuminates 4 pixels per color, if the thickness of cover glass 16a is about 2mm, in drawing 2 (a), it is necessary to consider as the configuration which illuminates 6-10 pixels per color, and to secure the arrangement tooth space of birefringence micro cylinder lens array 15a in fact.

[0045] Thus, although lighting which serves as a field of RGB each color every several pixels is performed by separating a micro cylinder lens array from DMD component Men 2-3mm, with this operation gestalt, further, along the front face, it is a detailed pitch, or birefringence micro cylinder lens array 15a is continuously driven in one frame, as the arrow head Aw of this drawing or drawing 1 shows, and the illumination light on a pixel is moved. And in a full screen, good color display can be performed by performing the pixel display interlocked with this. It mentions later in detail. In this case, as shown in drawing 1, it is good also as a configuration of driving some lenses of the illumination-light study system 13 at right angles to an optical axis La, as an arrow head Bw shows, or preparing a mirror in the illumination-light study system 13 instead of birefringence micro cylinder lens array 15a, and carrying out the rotation drive of this.

[0046] Drawing 3 is the mimetic diagram showing the ingredient configuration of a birefringence micro cylinder lens array. With this operation gestalt, since DMD which is a reflective mold display panel as a display panel 16 is used, to birefringence micro cylinder lens array 15a in front of a display panel 16 (a cross section is the lenticular type of a lens form), both the light 9 (the illumination light and a continuous line show) which carries out incidence to a display panel 16, and the light 21 (projection light and a two-dot chain line show) reflected from each pixel 16b of a display panel 16 will pass in this case. Although the light 9 which carries out incidence to a display panel 16 acts as mentioned above, the way things stand, a beam of light is disturbed by birefringence micro cylinder lens array 15a, and, as for the reflected light 21, image quality deteriorates.

[0047] In order to cope with this, with this operation gestalt, birefringence micro cylinder lens array 15a was constituted from an isotropic optical material and an optical material with a birefringence property, and the quarter-wave length plate 10 is further arranged between birefringence micro cylinder lens array 15a and a display panel 16. In this drawing, plane of polarization is rotating, for example, the light 21 effective in the display of an image among the light which the light 9 which carries out incidence to a display panel 16 had the plane of polarization in alignment with the plane of polarization of \*\*\*\*\*, for example, space, and was reflected with the display panel 16 has plane of polarization perpendicular to space. In case such light doubles this and it carries out both-way passage of the quarter-wave length plate 10, it is because the work as 1/2 wavelength plate is received.

[0048] Then, the refractive index of the isotropic optical material which is above micro cylinder lens 15aa which constitutes birefringence micro cylinder lens array 15a is set to N, and a refractive index [ as opposed to the plane of polarization of Ne and light 21 for the refractive index to the plane of polarization of light 9 of the birefringence ingredient which is below micro cylinder lens 15aa ] is set to No. At this time, by considering as  $N=N_o$ , birefringence micro cylinder lens array 15a works as a micro cylinder lens array to light 9, and becomes a mere transparence plate to light 21. Thereby, even if it uses a reflective mold display panel, degrading the image quality of light 21 is lost.

[0049] By the way, such a birefringence micro cylinder lens array is not arranged between the TIR prism 22 and a display panel 16, but the approach of arranging as a micro cylinder lens array is between the condenser lenses 23 and the TIR prism 22 which were shown by drawing 1. Since the problem by which projection light which is that distance with a display panel 16 can secure upwards enough, and only the illumination light passes this micro cylinder lens array, and was explained by drawing 3 is disturbed ceases to arise according to this, it becomes unnecessary to carry out polarization conversion by the integrator optical system I, and the birefringence effectiveness in a micro cylinder lens array also becomes unnecessary. Since a micro cylinder lens array and the DMD panel separate greatly at this time, it becomes the configuration which illuminates 10 pixels of numbers per color.

[0050] Drawing 4 and drawing 5 are drawings explaining the principle which performs color display by moving the illumination light on the pixel mentioned above. Here, drawing 4 shows the relation between the location on a display panel, and the illumination light, and a location is taken along an axis of abscissa and it has taken the

reinforcement of the illumination light along the axis of ordinate. Moreover, drawing 5 (a) - (c) shows the relation of the time amount and the illumination light in each pixel, and time amount is taken along an axis of abscissa, and it has taken the reinforcement of the illumination light along the axis of ordinate. And this drawing (d) shows the situation of migration of a micro cylinder lens array, and time amount is taken along an axis of abscissa, and it has taken the movement magnitude of a micro cylinder lens array along the axis of ordinate. This also has the case of the movement magnitude of an illumination-light study system mentioned above.

[0051] First, \*\* which chooses the pixel of one \*\* among each pixel 16b of the above-mentioned display panel 16, and gives a number 1 to this in drawing 4 . And an integer number is attached to every one right-hand side pixel sequentially from here, and it goes. Here, by driving the above-mentioned birefringence micro cylinder lens array 15a (or illumination-light study system 13), the lighting fields of each color move to right-hand side all at once, as an arrow head Cw shows. It is assumed that the lighting field of R, G, and B each color has the intensity distribution of the form near the upper half of an ellipse as a broken line, a continuous line, and a dotted line show, respectively. In addition, although the number of pixels to the lighting field of one color is 4 in this drawing, of course, it is not limited to this.

[0052] when performing a white display here as shown in drawing 5 (a) if the pixel of a number 1 is observed now, a continuous line T shows -- as -- ON display time -- a continuous thing -- carrying out -- R, G, and B -- what is necessary is just to display all colors next, the time of being illuminated by the periphery (reinforcement being weak) of the lighting field of R, and the center section (reinforcement being strong) of the lighting field of B, respectively, as continuous lines T1 and T2 show when performing the purple-blue display of the brightness of whenever [ middle ] here as shown in this drawing (b) if the pixel of a number 7 is observed -- setting -- respectively -- a short time -- and what is necessary is just to indicate by long duration ON

[0053] Furthermore, when performing the green display of the brightness of whenever [ middle ] here as shown in this drawing (c) if the pixel of a number 10 is observed, as continuous-line T3 shows, only the time amount which is missing from a core and is illuminated from the circumference of the lighting field of G should indicate by ON. The display time corresponding to the lighting field of each color as mentioned above is divided, and a gradation expression is performed with the tint in each pixel by combining the divided time amount. Although the example which quadrisected display time is given here, in the reason for being limited to this, a more delicate display can be performed by dividing still more finely that there is nothing natural.

[0054] Incidentally, to perform the so-called full color display, 255 gradation needs to be displayed. In order to have expressed the gradation of a display conventionally, digital control of the time amount turned ON between uniform illumination light was carried out in 255 steps. However, like this operation gestalt, when intensity distribution change in a lighting field, it is combining the display time which did not have to carry out display time corresponding to the lighting field of each color to 255 division, and was divided comparatively coarsely, and it is possible to perform the full color display of this level.

[0055] Although it considers as a round-time amount of one frame shown by arrow head Dw term, and it is a minute pitch or birefringence micro cylinder lens array 15a is finally continuously driven by this example as shown in this drawing (d), in it, the blank time amount shown by the arrow head Ew for returning to the original location is required, and the display has composition which is not performed only in the meantime. In addition, by moving the illumination light on the pixel explained until now, the configuration which performs color display does not necessarily need to use DMD for a display panel, for example, may use the good component of the responsibility of ON of strong dielectric liquid crystal etc., and an OFF change-over.

[0056] Drawing 6 is the block diagram showing typically the display optical equipment of the 2nd operation gestalt of this invention. Although [ three-dimension-/ arrangement of each part /-originally ], in order to help an understanding, it has indicated to the plane. Although it is almost the same as the configuration of the 1st operation gestalt shown by above-mentioned drawing 1 , this operation gestalt does not drive a birefringence micro cylinder lens array here, but as an arrow head Fw shows, drives projection lens 24a which constitutes projection optics 24 in a 1 - pixel pitch in one frame at right angles to an optical axis Lb (or continuously), and is moving the projection light on a screen 20 per 1 pixel. And in a full screen, good color display can be performed by performing the pixel display interlocked with this.

[0057] Drawing 7 and drawing 8 are drawings explaining the principle which performs color display by moving the projection light on the screen mentioned above. Here, drawing 7 shows the relation between the location on

a screen, and projection light based on aging, and a location is taken along an axis of abscissa and it has taken time amount along the axis of ordinate. Moreover, drawing 8 (a) - (c) shows the relation of the time amount and projection light in the location on the screen corresponding to each pixel, and time amount is taken along an axis of abscissa, and it has taken projection luminous intensity along the axis of ordinate. And this drawing (d) shows the situation of migration of a projection lens, and time amount is taken along an axis of abscissa, and it has taken the movement magnitude of a projection lens along the axis of ordinate.

[0058] First, \*\* which chooses the pixel of one \*\* in drawing 7 among the pixels projected on the screen 20 corresponding to each pixel of the above-mentioned display panel 16, and gives a number 1 to this. And an integer number is attached to every one right-hand side pixel sequentially from here, and it goes. In addition, \*\*\*\*\* of explanation attached for convenience is taken as from 1 to 14. At this time, the lighting field of each color shall support 4 pixels at a time in order of B, R, and G, as a dotted line, a broken line, and a continuous line show to this drawing, respectively. Of course, it is not limited to this. Here, by driving the above-mentioned projection lens 24a, as this drawing (a) - (c) shows, the lighting field of each color and 1 pixel of pixels corresponding to it move at a time to right-hand side on a screen. In practice, it continues further, and moves and goes.

[0059] In drawing 8, it is assumed that the lighting field of B, R, and G each color has the intensity distribution of the form near the upper half of an ellipse as a dotted line, a broken line, and a continuous line show, respectively. when performing a white display here as shown in drawing 8 (a) if the location a on the screen shown in drawing 7 is observed now, a continuous line shows each pixel -- as -- all pixels -- ON -- carrying out -- B, R, and G -- what is necessary is just to display all colors

[0060] Next, when performing the purple-blue display of the brightness of whenever [ middle ] here as shown in drawing 8 (b) if the location b on the screen shown in drawing 7 is observed, as a continuous line shows, the pixel [ in / for the corresponding pixel / the periphery (reinforcement is weak) of the lighting field of R ] of the numbers [ in / for example / to the pixel of a number 8 and a list / the center section (reinforcement is strong) of the lighting field of B ] 2 and 3 is set to ON, respectively. And what is necessary is just to set other pixels to OFF as [ show / a broken line ].

[0061] Furthermore, when performing the green display of the brightness of whenever [ middle ] here as shown in this drawing (c) if the location c on the screen shown in drawing 7 is observed, the pixel of numbers 11 and 12 which lasts the corresponding pixel to a core from the circumference of the lighting field of G as a continuous line shows is set to ON. And what is necessary is just to set other pixels to OFF as [ show / a broken line ]. A gradation expression is performed with the tint in each location on a screen by combining each pixel corresponding to the lighting field of each color as mentioned above. Although division of display time is decided here based on the magnitude of a pixel, a more delicate display can be performed by mincing ON time amount of each pixel still more finely. That is, it indicates by gradation by the product of time sharing of each pixel, and the number of pixels of each lighting field.

[0062] Although it is finally driven in a 1-pixel pitch by this example, using projection lens 24a as a round-time amount of one frame shown by arrow head Dw term as shown in drawing 8 (d) (or continuously), it drives to hard flow at the middle time of one frame, and blank time amount is made unnecessary here by considering as the configuration which returns at the end. However, it is not necessarily limited to this drive approach, the approach shown by above-mentioned drawing 5 (d) may be used, and the approach shown by drawing 8 (d) may be used in the configuration which moves the illumination light with the operation gestalt of the above 1st. In addition, by moving the projection light on the screen explained until now, the configuration which performs color display does not necessarily need to use DMD for a display panel, for example, may use the good component of the responsibility of ON of strong dielectric liquid crystal etc., and an OFF change-over.

[0063] Drawing 9 explained below - drawing 11 are the perspective views showing the configuration near TIR prism typically. In addition, the predetermined shorter side of a display panel 16 is set to c, and the long side is set to d. First, drawing 9 shows the conventional configuration. As shown in this drawing, incidence of the light 9 as illumination light which reached the TIR prism 22 in accordance with the optical axis La by 45 azimuth angles over the shorter side c of a display panel 16 from the above-mentioned integrator I which is not illustrated here is carried out to plane-of-incidence 22ba of prism 22b. And it is reflected by total reflection side 22bb, injects from incidence labor attendant 22bc, and faces to a display panel 16. Birefringence micro cylinder lens array 15a is arranged just before that. In addition, the criteria of an azimuth angle are good also as a long

side.

[0064] Through birefringence micro cylinder lens array 15a, incidence of the reflected light (reflected light of ON) from each pixel 16b of the condition of ON of a display panel 16 is carried out to incidence labor attendant 22bc, and it penetrates return and total reflection side 22bb to prism 22b. Furthermore, incidence is carried out to plane-of-incidence 22aa, and prism 22a is penetrated, and in accordance with an optical axis Lb, it injects as a light 21 which is projection light from injection side 22ab, and results in the projection optics which is not illustrated. On the other hand, although the reflected light (reflected light of OFF) from each pixel 16b of the condition of OFF of a display panel 16 penetrates prism like the reflected light of ON, it is injected in the direction from which it finally separated from projection optics in accordance with the optical axis Lc.

[0065] Next, drawing 10 shows the configuration in the 1st operation gestalt. As shown in this drawing, incidence of the light 9 as illumination light which reached the TIR prism 22 in accordance with the optical axis La by zero azimuth-angle abbreviation to the shorter side c of a display panel 16 from the above-mentioned integrator I which is not illustrated here is carried out to plane-of-incidence 22ba of prism 22b. And it is reflected by total reflection side 22bb, injects from incidence labor attendant 22bc, and faces to a display panel 16. It is the same as that of the explanation in the following and drawing 9.

[0066] Furthermore, drawing 11 shows the configuration in the 2nd operation gestalt. As shown in this drawing, incidence of the light 9 as illumination light which reached the TIR prism 22 in accordance with the optical axis La by about 148 azimuth angles over the shorter side c of a display panel 16 from the above-mentioned integrator I which is not illustrated here is carried out to plane-of-incidence 22ba of prism 22b. And it is reflected by total reflection side 22bb, injects from incidence labor attendant 22bc, and faces to a display panel 16. Birefringence micro cylinder lens array 15a is arranged just before that.

[0067] Through birefringence micro cylinder lens array 15a, incidence of the reflected light (reflected light of ON) from each pixel 16b of the condition of ON of a display panel 16 is carried out to incidence labor attendant 22bc, and it penetrates return and total reflection side 22bb to prism 22b. Furthermore, incidence is carried out to plane-of-incidence 22aa, and prism 22a is penetrated, and in accordance with an optical axis Lb, it injects as a light 21 which is projection light from injection side 22ab, and results in the projection optics which is not illustrated. On the other hand, although the reflected light (reflected light of OFF) from each pixel 16b of the condition of OFF of a display panel 16 returns to prism 22b like the reflected light of ON, it is reflected by total reflection side 22bb, and, finally it is returned to a lighting side in accordance with an optical axis Ld.

[0068] Considering as such a configuration is based on the following reasons. That is, in DMD, although reflected in the direction from which it separated from projection optics by the micro mirror of the condition of OFF, since the light of this OFF also penetrates TIR prism in fact, a part of those light reaches projection optics, and the illumination light appears as the flare in a screen.

[0069] If it explains concretely, in drawing 12 which shows the configuration near TIR prism typically like drawing 1, incidence of the light 9 as illumination light will be carried out to plane-of-incidence 22ba through the last condenser lens 23 in accordance with an optical axis La to prism 22b. And by carrying out incidence to total reflection side 22bb by the incident angle exceeding a critical angle, the most is reflected, and light 9 is injected from incidence labor attendant 22bc, and faces to a display panel 16. Birefringence micro cylinder lens array 15a which brings about the micro-lens effectiveness to predetermined polarization is arranged just before that.

[0070] The display panel 16 consists of DMD(s) and reflects the light 9 illuminated here by the micro mirror of the condition of ON, or the micro mirror of the condition of OFF according to display information for every pixel. At this time, through birefringence micro cylinder lens array 15a, incidence of the reflected light of ON is carried out to incidence labor attendant 22bc, and it returns to prism 22b. And incidence is carried out to total reflection side 22bb by the incident angle within a critical angle, this is penetrated and incidence is further carried out to plane-of-incidence 22aa, and prism 22a is penetrated, and it injects from injection side 22ab, and results in projection optics 24 in accordance with an optical axis Lb as a light 21 which is projection light. It is projected on the screen which the display information on a display panel 16 does not illustrate by this projection optics 24.

[0071] On the other hand, although the reflected light of OFF is injected in accordance with an optical axis Lc in the direction which finally does not result in projection optics 24 even if it penetrates Prism 22b and 22a, a part of the light will reach the parts of projection optics 24, especially KOBA, and it will appear as the flare in a

screen. In order to prevent this, the configuration which intercepts the reflected light of OFF like drawing 11 completely is taken.

[0072] Drawing 13 explained below - drawing 15 are drawings showing the angular relation-ship of the illumination light and projection light, and support the configuration of above-mentioned drawing 9 - drawing 11, respectively. In each drawing, the concentric circle of the radius proportional to the include angle shows the incident angle of the illumination light to this on the basis of a display panel 16, and the angle of reflection of projection light. Moreover, the axis of abscissa passing through the core O of a concentric circle shows the direction of shorter side c of a display panel 16, this right is used as zero azimuth angle, the axis of ordinate which similarly passes along the core O of a concentric circle shows the direction of long side d, and it is using above [ this ] as 90 azimuth angles.

[0073] Moreover, the round head 51 by the broken line in drawing shows the include-angle range of the flux of light of the illumination light which carries out incidence to the TIR prism 22, and the round head 52 by the dotted line shows the include-angle range of the flux of light of the illumination light which carries out incidence to a display panel 16. And the round head 53 by the continuous line shows the include-angle range of the flux of light of the reflected light (projection light) of ON injected from a display panel 16, and the round head 54 by the alternate long and short dash line shows the include-angle range of the flux of light of the reflected light of OFF injected from a display panel 16. Each round head shows the flux of light range in case the f number is 3. Furthermore, the side which the arc 55 by the continuous line shows the boundary of the include-angle range reflected or penetrated in respect of the total reflection of TIR prism, and is shown with a slash is a transparency field.

[0074] First, drawing 13 shows the include-angle range of the illumination light and projection light in the above-mentioned conventional configuration. In this drawing, the incident angle [ as opposed to 45 degrees and a display panel 16 in the azimuth angle of the illumination light which carries out incidence to the TIR prism 22 shown with a circle / 51 ] is about 105 degrees. Moreover, the azimuth angle of the illumination light which carries out incidence to the display panel 16 shown with a circle [ 52 ] becomes, and the incident angle has become 20 degrees 45 degrees. And the angle of reflection of the reflected light (projection light) of ON injected from the display panel 16 shown with a circle [ 53 ] is 0 times. Furthermore, the azimuth angle of the reflected light of OFF injected from the display panel 16 shown with a circle [ 54 ] becomes, and angle of reflection has become 40 degrees 225 degrees.

[0075] Moreover, an inclination [ as opposed to the display panel 16 of 45 degrees and a total reflection side in the azimuth angle of the TIR prism 22 shown by the arc 55 ] is 30.5 degrees. Since it is in the condition barely separated by the TIR prism 22 which the illumination light which carries out incidence, and the reflected light (projection light) of ON injected from the display panel 16 shown with a circle [ 53 ] are close to the display panel 16 shown with a circle [ 52 ] with the conventional configuration, and is shown by the arc 55 as shown in this drawing, a bright lens with the small f number cannot be used here.

[0076] Next, drawing 14 shows the include-angle range of the illumination light and projection light in the configuration of the operation gestalt of the above 1st. In this drawing, the incident angle [ as opposed to 0 times and a display panel 16 in the azimuth angle of the illumination light which carries out incidence to the TIR prism 22 shown with a circle / 51 ] is a little less than 100 degrees. Moreover, the azimuth angle of the illumination light which carries out incidence to the display panel 16 shown with a circle [ 52 ] becomes, and the incident angle has become a little less than 30 degrees about 30 degrees. And the azimuth angle of the reflected light (projection light) of ON injected from the display panel 16 shown with a circle [ 53 ] becomes, and angle of reflection has become about 10 degrees 180 degrees. Furthermore, the azimuth angle of the reflected light of OFF injected from the display panel 16 shown with a circle [ 54 ] remains 210 degrees, and angle of reflection has become a little more than 45 degrees.

[0077] Moreover, an inclination [ as opposed to the display panel 16 of -12 degrees and a total reflection side in the azimuth angle of the TIR prism 22 shown by the arc 55 ] is 34 degrees. As shown in this drawing, with the 1st operation gestalt, the illumination light which carries out incidence, and the reflected light (projection light) of ON injected from the display panel 16 shown with a circle [ 53 ] are generous to the range of F3, respectively to the display panel 16 shown with a circle [ 52 ], and a still brighter lens with the small f number can be used here. Moreover, since incidence of the illumination light which carries out incidence to the TIR prism 22 is carried out from the direction which met the shorter side c of a display panel 16, it can constitute the TIR prism



22 thinly, and can shorten the lens back of projection optics 24.

[0078] Thus, projection light can be leaned in the direction which met the shorter side a little from the perpendicular direction of a display panel, and the f number can be earned by using non-shaft projection optics further. Moreover, by the configuration approach of TIR prism, by making the illumination light mostly in agreement with the direction of a shorter side, the miniaturization of TIR prism is attained and the configuration of an illumination-light study system becomes easy.

[0079] The micro mirror of DMD which generally forms each pixel of a display panel, (as opposed to a display-panel shorter side) If the illumination light which carries out incidence to a display panel is in within the limits which is 15 - 40 azimuth angles and 17 - 45 incident angles to the configuration of 45 azimuth angles and ten inclinations Even if it constitutes so that it may be illuminated from the direction (zero azimuth angle) where the illumination light which carries out incidence to TIR prism met the shorter side of a display panel, three or more-f number brightness is securable. In the illumination light which carries out incidence to TIR prism, by making the azimuth angle of the TIR prism at this time into -11 - -13 degrees, an azimuth angle becomes about 0 times.

[0080] On the other hand, when the illumination light which carries out incidence to a display panel is 40 azimuth angles or more and 17 or less angles of incidence, only the about four f number can be secured. Moreover, at the time of 15 or less azimuth angles and 45 incident angles or more, even if the angle of reflection of the reflected light (projection light) of ON injected from a display panel becomes 30 degrees or more and uses non-shaft optical system for projection optics, aberration amendment becomes difficult. Namely, what is necessary is here, just to consider projection optics as a configuration which has a chief ray in include-angle within the limits of 3 - 30 degrees to the direction of a normal on the front face of a display panel. As a conclusion, when the inclination of  $\phi$  (angle of a field perpendicular to the rotation shaft which a micro mirror rotates, and the shorter side of a display panel to accomplish), and a mirror is set to  $\theta$ , as for  $0.33\phi$ - $0.9\phi$ , and an incident angle, the azimuth angle of the illumination light which carries out incidence to a display panel should just set the azimuth angle of the micro mirror of DMD to  $1.7\theta$ - $4.5\theta$ .

[0081] Drawing 15 shows the include-angle range of the illumination light and projection light in the configuration of the operation gestalt of the above 2nd to the last. In this drawing, the incident angle [ as opposed to about 148 degrees and a display panel 16 in the azimuth angle of the illumination light which carries out incidence to the TIR prism 22 shown with a circle / 51 ] is a little less than 90 degrees. Moreover, the azimuth angle of the illumination light which carries out incidence to the display panel 16 shown with a circle [ 52 ] becomes, and the incident angle has become a little less than 15 degrees 90 degrees. And the azimuth angle of the reflected light (projection light) of ON injected from the display panel 16 shown with a circle [ 53 ] becomes, and angle of reflection has become a little less than 15 degrees 0 times. Furthermore, the azimuth angle of the reflected light of OFF injected from the display panel 16 shown with a circle [ 54 ] remains 240 degrees, and angle of reflection has become a little more than 30 degrees.

[0082] Moreover, an inclination [ as opposed to the display panel 16 of 155 degrees and a total reflection side in the azimuth angle of the TIR prism 22 shown by the arc 55 ] is 43.5 degrees. Since it is in the condition barely separated by the TIR prism 22 which the illumination light which carries out incidence, and the reflected light (projection light) of ON injected from the display panel 16 shown with a circle [ 53 ] are close to the display panel 16 shown with a circle [ 52 ] with the 2nd operation gestalt, and is shown by the arc 55 as shown in this drawing, a bright lens with the small f number cannot be used here. Moreover, since incidence of the illumination light which carries out incidence to the TIR prism 22 cannot be carried out from the direction which met the shorter side c of a display panel 16, it cannot attain the miniaturization of TIR prism.

[0083] However, since the reflected light of OFF injected from the display panel 16 shown with a circle [ 54 ] can be brought to the reflective field of the total reflection side of the TIR prism 22, total reflection of the reflected light of OFF is carried out by the TIR prism 22, and it can avoid passing with this operation gestalt. It can be lost by this that the reflected light of OFF reaches projection optics, and the flare on a screen can be prevented. As a conclusion, when the inclination of  $\phi$  and a mirror is set to  $\theta$ , as for  $1.8\phi$ - $3\phi$ , and an incident angle, the azimuth angle of the illumination light which carries out incidence to a display panel should just set the azimuth angle of a micro mirror to  $1\theta$ - $2\theta$ .

[0084] Here, in the conditions which carry out total reflection, only a dark value can secure the reflected light of OFF from the f number 4 by TIR prism at the time below azimuth-angle  $1.8\phi$  and of below incident angle

1 theta. Moreover, aberration amendment becomes difficult, even if the angle of reflection of the reflected light (projection light) of ON which injects from a display panel more than azimuth-angle  $3\phi$  at the time more than incident angle  $2\theta$  becomes 30 degrees or more and it uses non-shaft optical system for projection optics. Namely, what is necessary is here, just to consider projection optics as a configuration which has a chief ray in include-angle within the limits of 10 - 30 degrees to the direction of a normal on the front face of a display panel.

[0085] By the way, when the pitch of one micro (cylinder) lens is very larger than a pixel pitch like the above 1st and the 2nd operation gestalt, it is good on electric control to consider as the multiple of pitch = pixel pitch  $\times 8$  of a micro lens. In digital processing, 8 bits is treated as a data smallest unit in many cases. Since lighting in phase is made for every pitch of a micro lens so that drawing 2 etc. may show, digital control is difficult when it separates from this condition.

[0086] Drawing 16 is the block diagram showing typically the display optical equipment of the 3rd operation gestalt of this invention. In this drawing, 1 is the light source and 2 is a reflector arranged so that the light source 1 may be surrounded. Moreover, 7 is a UVIR cut-off filter which cuts the ultraviolet rays and infrared radiation which are arranged so that exit hole 2a of the light of a reflector 2 may be covered, and are contained in the light source 1 and light from a reflector 2. the back (method of the right of drawing) of the UVIR cut-off filter 7 -- order -- the birefringence diffraction grating 3 and the 1st lens array 4 -- a few is left and the superposition lens 8 is arranged the 2nd lens array 6 and just behind that.

[0087] Although not illustrated here, the 1st lens array 4 has each cel together put in the shape of a grid, and the 2nd lens array 6 has each cel together put in the shape of [ of the rectangle divided in the direction which is different in the 1st lens array 4 ] a grid. The birefringence diffraction grating 3 performs the light source 1 and polarization separation of the light 9 from a reflector 2 in the direction of a long side of each cel of the 2nd lens array 6. Polarization conversion is performed through the birefringence diffraction grating 3, the 1st lens array 4, and the 2nd lens array 6, and the light source 1 and the light 9 from a reflector 2 are arranged with specific polarization, and come out. This configuration is called a polarization inverter. About these detailed relation, it mentions later.

[0088] Moreover, he is trying for the image of each cel of the 1st lens array 4 to overlap the 2nd lens array 6 with the superposition lens 8 just behind that near the focal location which the superposition lens 8 mentions later. In addition, the superposition lens 8 may be fabricated by the 2nd lens array 6 and one. Moreover, some which have arranged the birefringence prism array etc. are between the 1st lens array 4 and the 2nd lens array 6 instead of the birefringence diffraction grating 3. Integrator optical system, and a call and an optical axis are set to L for from the above 1st lens array 4 to the superposition lens 8. The display panel 16 is arranged in the focal location of this superposition lens 8.

[0089] and -- between the superposition lens 8 and display panels 16 -- first -- R (red), G (green), and B (blue) - - the dichroic mirrors  $R_m$ ,  $G_m$ , and  $B_m$  as color separation equipment which reflects the light of each wavelength field differed, respectively -- it is inclined, come out and arranged and the PBS (polarization beam splitter) prism 14 is arranged behind the dichroic mirror (upper part of drawing). It is reflected with the dichroic mirror of  $R_m$ ,  $G_m$ , and each  $B_m$ , and he is trying for the light 9 which has penetrated the superposition lens 8 with the optical axis L to reach the PBS prism 14, as a result a display panel 16 with the optical axis LR, LG, and LB of an include angle different, respectively at this time. In addition, a total reflection mirror is sufficient as a dichroic mirror  $B_m$ . Moreover, the reflected light by the dichroic mirror of light 9 is omitting illustration.

[0090] This PBS prism 14 reflects S polarization, and has the property which penetrates P polarization. On the other hand, by polarization conversion mentioned above, to the PBS prism 14, the light source 1 and the light 9 from a reflector 2 are arranged with about S polarization, and carry out incidence. Therefore, the most is reflected by the PBS prism 14 and light 9 faces to the display panel 16 of the left of drawing with it.

[0091] The birefringence micro-lens array 15 is arranged just before the display panel 16. This micro-lens array is good also as a micro cylinder lens array (a cross section is the lenticular type of a lens form). And the light 9 whose color was separated with the above-mentioned dichroic mirror illuminates the pixel from which a display panel 16 differs for every color as illumination light by this birefringence micro-lens array 15. It mentions later in detail. The pixel which the display-panel 16 whole was illuminated in order by each of each color of R, G, and B in the shape of a stripe, and was illuminated by each color with this lighting performs the information display of each color.



[0092] the light which a display panel 16 is a reflective mold liquid crystal display panel, and was illuminated here -- every pixel -- display information -- responding -- rotating plane of polarization \*\*\*\* -- (ON) -- it makes rotate and (OFF) reflects. Although the reflected light of OFF returns to the PBS prism 14 through the birefringence micro-lens array 15 at this time, since it is still S polarization, it is reflected here and returned to a light source side. On the other hand, since the reflected light of ON is changed into P polarization, it returns to the PBS prism 14 through the birefringence micro-lens array 15, penetrates this, and results in the following projection optics 17. In addition, as a reflective mold liquid crystal display panel, especially when high-speed responsibility is required, for example, the strong dielectric liquid crystal (FLC) modulated by changing the shaft orientations of a birefringence is used. Moreover, the optical axis of projection optics 17 is set to Lb.

[0093] It is projected on the screen which the display information on a display panel 16 does not illustrate by this projection optics 17. As a lens 18 for an image shift, with an actuator 19, some lenses of the projection lens group which forms projection optics 17 are driven to an optical axis Lb and a perpendicular direction at high speed, as an arrow head alpha shows. Thereby, display information can be formed into a high pixel. It mentions later in detail.

[0094] Drawing 17 is the decomposition perspective view showing typically the relation of the birefringence diffraction grating and the 1st and 2nd lens array in this operation gestalt. This drawing has shown on behalf of some cels in a lens array. It is made for the directions of the side of each cel shown with the direction of the side of each cel and the broken line of the 2nd lens array 6 which are shown as the continuous line of the 1st lens array 4 to differ, and the direction of a slot of blaze 3a of the birefringence diffraction grating 3 is made to meet in the direction of the side of each cel of the 2nd lens array 6 with this operation gestalt, as shown in this drawing. He is trying for the direction of the diagonal line of the direction of the side of each cel of the 1st lens array 4 to specifically turn into the direction of the side of each cel of the 2nd lens array 6.

[0095] Polarization separation of the above-mentioned light source 1 which is located in the method of the diagonal below of drawing and which is not illustrated and the light 9 from a reflector 2 is carried out at optical 9b shown with a broken line with plane of polarization with perpendicular optical 9a which has the predetermined plane of polarization shown as a continuous line by blaze 3a of the birefringence diffraction grating 3 and it. Such light penetrates each cels A, B, C, and D located in a line in the shape of [ of the 1st lens array 4 ] a grid, and makes a light source image with plane of polarization with the 1st lens array 4 perpendicular [ the light source image which has predetermined plane of polarization on each cels Aa Ba, and calcium of the 2nd lens array 6 located in a line in the shape of / of the rectangle divided in the different direction / a grid, and Da, and it ], respectively.

[0096] In order to make a light source image from Cels A, B, C, and D in the cels Aa, Ba, calcium, and Da located in a line in the different direction, A, B and C of the 1st lens array 4, and D each cel lean separately a little, or lens top-most vertices are carrying out eccentricity. That is, lens top-most vertices have shifted from the core of a cel. Similarly, each cels Aa, Ba, calcium, and Da of the 2nd lens array 6 also lean separately, or lens top-most vertices are carrying out eccentricity.

[0097] These mutual light source image is located in a line in the separation direction of a long side by the birefringence diffraction grating 3; i.e., the direction of each cel of the 2nd lens array 6, and constitutes a train correctly. Moreover, on each cel of the 2nd lens array 6, it has the magnitude about \*\* and these light source images are projected, as the ellipse (if it sees from the transverse plane of a lens array circle) of a continuous line and a broken line shows. Incidentally, toward the transverse plane of the 1st lens array 4 seen from the light source side, the system of coordinates of this example make the upper part the y-axis, make the method of the right the x axis, set ya shaft as the direction of the diagonal right which met in the direction of the side of each cel toward the transverse plane of the 2nd lens array 6, and are setting xa shaft as the direction of the diagonal below.

[0098] According to such a configuration, there are few laps of the light source image in the 2nd lens array 6, and they can perform efficient polarization conversion. What is necessary is to stick what made band-like 1/2 wavelength plate 5, and just to arrange the plane of polarization of the separated light source image in accordance with the train at this time, for example, the light source image shown with the ellipse of a broken line. Incidentally, the conventional method with which each cel of the 1st and 2nd lens array was located in a line in the direction of the same rank (the direction of the side is the same), and the light source size of this operation gestalt and the area of the cel of the 2nd lens array 6 are equal.

[0099] When the number of integrators is one like this operation gestalt, it is necessary to make the cel of the 1st lens array 4 almost equal to the aspect ratio of a display panel 16. Even in such a case, when making it the direction of the side of each cel of the 1st lens array 4 differ from the direction of the side of each cel of the 2nd lens array 6, it is more efficient than the case where the direction of the side is the same, like before. Drawing 18 is the front view showing typically the physical relationship of the 1st and 2nd lens array in case the number of integrators is one, and shows the case where an aspect ratio is 4:3. He is trying for the one direction of the diagonal line of each cel shown as the continuous line of the 1st lens array 4 here to turn into the direction of a long side of each cel shown with the broken line of the 2nd lens array 6, as shown in this drawing.

[0100] Here, polarization separation of the above-mentioned light source 1 which is not illustrated and the light 9 from a reflector 2 is carried out at the light which has plane of polarization with perpendicular light with predetermined plane of polarization and it by the birefringence diffraction grating 3 which does not illustrate this, either. Such light penetrates each cels A, B, C, D, E, and F with which the aspect ratio of the 1st lens array 4 was located in a line in the shape of [ of 4:3 ] a grid. A light source image with plane of polarization with the 1st lens array 4 perpendicular [ the light source image which has predetermined plane of polarization on each cels Aa, Ba, calcium Da, and Ea of the 2nd lens array 6 located in a line in the shape of / of the rectangle divided in the different direction / a grid and Fa, and it ] is made, respectively.

[0101] These mutual light source image is located in a line in the separation direction by the birefringence diffraction grating 3, and constitutes a train correctly. Moreover, on each cel of the 2nd lens array 6, it has the magnitude about \*\* and these light source images are projected, as the circle of a continuous line and a broken line shows. Incidentally, toward the transverse plane of the 1st lens array 4 seen from the light source side, the system of coordinates of this example make the upper part the y-axis, make the method of the right the x axis, set ya shaft as the direction of the diagonal right which met in the direction of the side of each cel toward the transverse plane of the 2nd lens array 6, and are setting xa shaft as the direction of the diagonal below.

[0102] With this operation gestalt, since the direction of a birefringence of the birefringence diffraction grating 3 is arranged with ya shaft orientations used as the direction of a slot of blaze 3a as shown in drawing 17, as for two sorts of light source images shown with the ellipse of two sorts of light 9a and 9b shown with the continuous line and broken line which performed polarization separation as a result a continuous line, and a broken line, plane of polarization serves as xa shaft and ya shaft orientations, respectively. However, since it is necessary to arrange plane of polarization in the direction of the y-axis for the optical system in which such light carries out incidence next, he is trying to arrange plane of polarization with coincidence using 1/2 band-like wavelength plate which has a different optical axis which crosses at 45 degrees mutually in each train of two sorts of light source images.

[0103] In addition, it is also possible to first use 1/2 wavelength plate which arranges the whole plane of polarization in the direction of the y-axis at once after arranging the light source image and plane of polarization of another side with the train of one light source image of two sorts of light source images, using 1/2 band-like wavelength plate as other methods of arranging plane of polarization all over 2nd lens array 6. Moreover, the direction of a birefringence of the birefringence diffraction grating 3 may be made to become the direction of a slot of blaze 3a, i.e., the long side of each cel of the 2nd lens array 6, or not the direction of a shorter side but the long side of each cel of the 1st lens array 4, or the direction of a shorter side. Moreover, the approach of the polarization separation of those other than the approach using a birefringence diffraction grating may be performed.

[0104] Drawing 19 is drawing showing typically the relation of the birefringence micro-lens array and display panel in this operation gestalt. As drawing 16 also showed, the birefringence micro-lens array 15 constituted with a birefringence ingredient is arranged just before the display panel 16. And the light 9 whose color was separated into RGB with the above-mentioned dichroic mirror illuminates two or more pixels of the \*\*\*\*\* identitas of a display panel 16 for every color by this birefringence micro-lens array 15, respectively. With this operation gestalt, the same pixel gets down as two-piece \*\*\*\*\*, and is arranged like the condition, R1, R2, G1, G2, and B1, that it is arranged for every color, and B-2. [ i.e., ]

[0105] An include angle is changed for every RGB, and he carries out incidence of the light 9 to each micro-lens 15b of the birefringence micro-lens array 15 per pixel of two or more pixel (here 2 pixels) x3 color, and is trying to condense here to R1, R2, G1, G2 and B1 of a display panel 16, and the pixel of B-2, respectively. thus, two or more same pixels -- \*\*\*\*\* -- by arranging like, the focal distance of each micro lens becomes long, and

the efficient configuration of it is attained. In addition, right and left of the birefringence micro-lens array 15 of this drawing and a display panel 16 are omitting illustration.

[0106] Drawing 20 is the mimetic diagram showing the ingredient configuration of a birefringence micro-lens array. With this operation gestalt, since the reflective mold liquid crystal display panel is used as a display panel 16, to the birefringence micro-lens array 15 in front of a display panel 16, both the light 9 (illumination light) which carries out incidence to a display panel 16, and the light 21 (projection light) reflected from the display panel 16 will pass in this case. Although the light 9 which carries out incidence to a display panel 16 acts as mentioned above, the way things stand, a beam of light is disturbed by the birefringence micro-lens array 15, and, as for the reflected light 21, image quality deteriorates.

[0107] In order to cope with this, the isotropic optical material and the optical material with a birefringence property constitute the birefringence micro-lens array 15 from this operation gestalt. In this drawing, the light 9 which carries out incidence to a display panel 16 has plane of polarization perpendicular to the plane of polarization of \*\*\*\*\*, for example, space, and the light 21 effective in the display of an image among the reflected light has the plane of polarization which plane of polarization was rotating, for example, met space.

[0108] Then, the refractive index of the isotropic optical material which is above micro-lens 15b which constitutes the birefringence micro-lens array 15 is set to  $N$ , and a refractive index [ as opposed to the plane of polarization of  $N_e$  and light 21 for the refractive index to the plane of polarization of light 9 of the birefringence ingredient which is below micro-lens 15b ] is set to  $N_o$ . At this time, by being referred to as  $N=N_o$ , the birefringence micro-lens array 15 works as a micro-lens array to light 9, and serves as a mere transparence plate to light 21. Thereby, even if it uses a reflective mold display panel, degrading the image quality of light 21 is lost.

[0109] However, although drawn in this drawing in the form in which light 9 carries out incidence in the direction of slant to a display panel 16 and which it reflects in the direction of slant of the opposite side as a light 21 for explanation, the opticals axis with light 9 and light 21 main in practice are perpendicular to a display panel 16. In addition, right and left of the birefringence micro-lens array 15 of this drawing and a display panel 16 are omitting illustration. Moreover, the configuration from the light source 1 stated above to the birefringence micro-lens array 15 is called an illumination-light study system.

[0110] Drawing 21 is the perspective view showing the principle of the pixel shift in projection optics typically. With this operation gestalt, since it is a veneer, in order for resolution to display XGA (1024 pixels x 768 pixels), for example, since the pixel is required for the above-mentioned display panel 16 respectively, if it remains as it is, a 3 times as many pixel as an XGA pixel is needed with one display panel, a display panel becomes large, and it also requires cost to RGB each color. Then, though it is a veneer, the number of pixels of a display panel is made the same as XGA, and the XGA display of a color is attained by shifting the pixel displayed on a screen at high speed.

[0111] As a lens 18 for an image shift, specifically, some lenses of the projection optics 17 of this drawing are driven to an optical axis  $L_b$  and a perpendicular direction at high speed, as an arrow head alpha shows. If the light of B is typically observed among the projection light from a display panel 16 at this time It is made for the train of G1 and G2 to come in this drawing (b), respectively, as an arrow head beta shows, and is made for the train of R1 and R2 to come to the location which was the train of B1 and B-2 on the screen 20 in this drawing (c) in this drawing (a), respectively, as an arrow head gamma shows further. And as an arrow head delta finally shows, it returns to the condition of this drawing (a). Three conditions are repeated as mentioned above at high speed. Moreover, the image which also changed the contents of the display according to each condition, controlled, shifted, and was piled up in time performs color display.

[0112] The drive of the lens 18 for an image shift is performed by the actuator 19 stated by drawing 16 to pixel size and this order, i.e., 10 to several 10 micrometers unit. As an actuator, MC (moving coil), MM (MUBINGU magnet), etc. are suitable for carrying out a high-speed drive by high power, for example.

[0113] It is as follows when the configuration of a pixel shift mentioned above is anew shown as Example 1.  
R1R2G1G 2B1 B-2 ..... (the 1st frame)

.... R1R2G1G 2B1 B-2 .... R1R2G1G 2B1 B-2 R1R2G1G 2B1 B-2 ..... (the 2nd frame)

[0114] Although it shifts by the three-stage and returns into one frame on a screen in this example to origin at the beginning of the following frame according to the device in which every two or more pixels of the same colors of a display panel carry out a pixel shift, when nonuniformity on the strength is in the light source with

this configuration, the difference of brightness arises in the pixel (for example, R1 and R2) of somewhere else in the same color.

[0115] The configuration of the pixel shift for preventing this is shown below as Example 2.

R1R2G1G 2B1 B-2 ..... (the 1st frame)

.. R1R2G1G 2B1 B-2 ..... R1R2G1G 2B1 B-2 ..... R1R2G1G 2B1 B-2 .... R1R2G1G 2B1 B-2 ..  
..... R1R2G1G 2B1 B-2 R1R2G1G 2B1 B-2 ..... (the 2nd frame)

[0116] It is the configuration which shifts in six steps and returns into one frame on a screen in this example to origin at the beginning of the following frame according to the device which carries out a pixel shift so that the pixel of somewhere else may lap in the same color of a display panel. Although brightness nonuniformity can be stopped by this, it will be necessary to perform drive control of a pixel shift frequently here.

[0117] The configuration of the pixel shift for preventing brightness nonuniformity, giving allowances to drive control is shown below as Example 3.

R1R2G1G 2B1 B-2 ..... (the 1st frame)

.... R1R2G1G 2B1 B-2 .... R1R2G1G 2B1 B-2 R1R2G1G 2B1 B-2 ..... (the 2nd frame)

.... R1R2G1G 2B1 B-2 .... R1R2G1G 2B1 B-2 R1R2G1G 2B1 B-2 ..... (the 3rd frame)

[0118] It shifts by the three-stage similarly and they are return and the configuration which returns to the first location further at the beginning of the following frame in the location where it shifts by the three-stage and the pixel of somewhere else laps in the same color of a display panel into one frame at the beginning of the following frame according to the device in which every two or more pixels of the same colors of a display panel carry out a pixel shift on a screen in this example. In addition, although the configuration of the pixel shift explained above showed the example with which the pixel of the same color is located in a line as two-piece \*\*\*\*, by the reason for being limited to this, of course, there is nothing, a \*\*\*\*\* configuration is also partly possible in practice, and the configuration of a pixel shift can also consider various combination.

[0119] Drawing 24 is the block diagram showing typically the display optical equipment of the 4th operation gestalt of this invention. Although [ three-dimension-/ arrangement of each part /-originally ], in order to help an understanding, it has indicated to the plane. In this drawing, 1 is the light source and 2 is a reflector arranged so that the light source 1 may be surrounded. Moreover, 7 is a UVIR cut-off filter which cuts the ultraviolet rays and infrared radiation which are arranged so that exit hole 2a of the light of a reflector 2 may be covered, and are contained in the light source 1 and light from a reflector 2.

[0120] the back (method of the right of drawing) of the UVIR cut-off filter 7 -- the 1st lens array 4 -- a few is left and the superposition lens 8 is arranged the 2nd lens array 6 and just behind that. In addition, although not illustrated here, the 1st lens array 4 has each cel together put in the shape of a grid, and the 2nd lens array 6 has each cel together put in the shape of [ with the another 1st lens array 4 ] a grid. it of the screen of the display panel which the ratio of the die length of the long side of each cel and a shorter side mentions later -- the same - - that is, it is an analog. Moreover, the mask plate 31 mentioned later is formed between the 2nd lens array 6 and the superposition lens 8.

[0121] And the 1st lens array 4 has the birefringence diffraction grating, and performs the light source 1 and polarization separation of the light 9 from a reflector 2 in the direction of a shorter side of each cel of the 2nd lens array 6. Polarization conversion is performed through the 1st lens array 4 and the 2nd lens array 6, and the light source 1 and the light 9 (un-illustrating) from a reflector 2 are arranged with specific polarization, and come out. This configuration is called a polarization inverter. About these detailed relation, it mentions later.

[0122] Moreover, he is trying for the image of each cel of the 1st lens array 4 to overlap the display panel mentioned later with the 2nd lens array 6 and the superposition lens 8 just behind that. In addition, the superposition lens 8 may be fabricated by the 2nd lens array 6 and one. The integrator optical system I, and a call and an optical axis are set to L for from the above 1st lens array 4 to the superposition lens 8. The condenser lens 32 is arranged in the focal location of this superposition lens 8. Or in order to improve the effectiveness of lighting more, it is good also considering the synthetic focal location of the superposition lens 8 and a condenser lens 32 as a display panel. In this case, in order to make it easy to explain, it is considering as the former configuration.

[0123] and between the superposition lens 8 and condenser lenses 32 -- R (red), G (green), and B (blue) -- the dichroic mirrors Rm, Gm, and Bm as color-separation optical system which reflect the light of each wavelength field differed, respectively -- it is inclined, come out and arranged. And it is reflected with the dichroic mirror of

Rm, Gm, and each Bm, and he is trying for the light 9 which has penetrated the UVIR cut-off filter 7 with the optical axis L to reach the condenser lens 32 arranged back (lower part of drawing) with the optical axis LR, LG, and LB (a broken line, a continuous line, and a dotted line show, respectively) of an include angle different, respectively. In addition, a total reflection mirror is sufficient as a dichroic mirror Bm.

[0124] The micro cylinder lens array 33 is arranged behind the condenser lens 32 (lower part of drawing). This micro cylinder lens array is good also as a micro-lens array. Furthermore, in the back, the PBS (polarization beam splitter) prism 14 is arranged. This PBS prism 14 reflects S polarization, and has the property which penetrates P polarization. On the other hand, by polarization conversion mentioned above, the light source 1 and the light 9 from a reflector 2 are arranged with about S polarization to the PBS prism 14, and carry out incidence in accordance with an optical axis La.

[0125] Therefore, the most is reflected by the PBS prism 14 and light 9 faces to the display panel 16 of the left of drawing with it. And the light 9 whose color was separated with the above-mentioned dichroic mirror illuminates the pixel from which a display panel 16 differs for every color as illumination light by the above-mentioned micro cylinder lens array 33. It mentions later in detail. The pixel which the display-panel 16 whole was illuminated in order by each of each color of R, G, and B in the shape of a stripe, and was illuminated by each color with this lighting performs the information display of each color. Let the configuration explained above be an example of illumination-light study equipment.

[0126] A display panel 16 is a reflective mold liquid crystal display panel, and the good component of the responsibility of ON of strong dielectric liquid crystal, a high-speed TN liquid crystal, etc. and an OFF change-over is used. and the light illuminated here -- every pixel -- display information -- responding -- rotating plane of polarization \*\*\*\* -- (ON) -- it makes rotate and (OFF) reflects. Although the reflected light of OFF returns to the PBS prism 14 at this time, since it is still S polarization, it is reflected here and returned to a light source side.

[0127] On the other hand, since the reflected light of ON is changed into P polarization, it returns to the PBS prism 14, penetrates this, and results in the following projection optics 17 in accordance with an optical axis Lb as a light 21 which is projection light. It is projected on the screen which the display information on a display panel 16 does not illustrate by this projection optics 17. In addition, light 21 is omitting illustration. Let the configuration of the projection optics and the screen which were explained above be an example of projection optics equipment.

[0128] Drawing 25 is the block diagram showing typically the display optical equipment of the 5th operation gestalt of this invention. Although [ three-dimension-/ arrangement of each part /-originally ], in order to help an understanding, it has indicated to the plane. In this drawing, 1 is the light source and 2 is a reflector arranged so that the light source 1 may be surrounded. Moreover, 7 is a UVIR cut-off filter which cuts the ultraviolet rays and infrared radiation which are arranged so that exit hole 2a of the light of a reflector 2 may be covered, and are contained in the light source 1 and light from a reflector 2.

[0129] the back (method of the right of drawing) of the UVIR cut-off filter 7 -- the 1st lens array 4 -- a few is left and the superposition lens 8 is arranged the 2nd lens array 6 and just behind that. In addition, although not illustrated here, the 1st lens array 4 has each cel together put in the shape of a grid, and the 2nd lens array 6 has each cel together put in the shape of [ with the another 1st lens array 4 ] a grid. it of the screen of the display panel which the ratio of the die length of the long side of each cel and a shorter side mentions later -- the same - - that is, it is an analog. Moreover, the mask plate 31 mentioned later is formed between the 2nd lens array 6 and the superposition lens 8.

[0130] Moreover, he is trying for the image of each cel of the 1st lens array 4 to overlap the display panel mentioned later with the 2nd lens array 6 and the superposition lens 8 just behind that. In addition, the superposition lens 8 may be fabricated by the 2nd lens array 6 and one. The integrator optical system I, and a call and an optical axis are set to L for from the above 1st lens array 4 to the superposition lens 8. The condenser lens 32 is arranged in the focal location of this superposition lens 8.

[0131] and between the superposition lens 8 and condenser lenses 32 -- R (red), G (green), and B (blue) -- the dichroic mirrors Rm, Gm, and Bm as color-separation optical system which reflect the light of each wavelength field differed, respectively -- it is inclined, come out and arranged. And it is reflected with the dichroic mirror of Rm, Gm, and each Bm, and he is trying for the light 9 which has penetrated the UVIR cut-off filter 7 with the optical axis L to reach the condenser lens 32 arranged back (lower part of drawing) with the optical axis LR,

LG, and LB (a broken line, a continuous line, and a dotted line show, respectively) of an include angle different, respectively. In addition, a total reflection mirror is sufficient as a dichroic mirror Bm.

[0132] The micro cylinder lens array 33 is arranged behind the condenser lens 32 (lower part of drawing). This micro cylinder lens array is good also as a micro-lens array. Moreover, the TIR prism 22 is arranged behind the micro cylinder lens array 33. The TIR prism 22 has the composition that \*\*\*\* of the prism 22b and 22a which consists of the glass which carried out the shape of the triangle pole, respectively faced each other. Prism 22b has plane-of-incidence 22ba, total reflection side 22bb which served both as the injection side, and incidence labor attendant 22bc, and prism 22a has plane-of-incidence 22aa and injection side 22ab. Spacing of total reflection side 22bb which faced mutually, and plane-of-incidence 22aa is several micrometers - dozens of micrometers.

[0133] In accordance with an optical axis La, incidence of the light 9 from the light source 1 and the reflector 2 which penetrated the condenser lens 32 is first carried out to plane-of-incidence 22ba to prism 22b. And by carrying out incidence to total reflection side 22bb by the incident angle exceeding a critical angle, the most is reflected, and light 9 is injected from incidence labor attendant 22bc, and faces to a display panel 16 as illumination light. Let the configuration explained above be an example of illumination-light study equipment. The display panel 16 consists of DMD(s) and reflects the light 9 illuminated here by the micro mirror of the condition of ON, or the micro mirror of the condition of OFF according to display information for every pixel. At this time, incidence of the reflected light of ON is carried out to incidence labor attendant 22bc, and it returns to prism 22b.

[0134] And incidence is carried out to total reflection side 22bb by the incident angle within a critical angle, this is penetrated and incidence is further carried out to plane-of-incidence 22aa, and prism 22a is penetrated, and it injects from injection side 22ab, and results in projection optics 24 in accordance with an optical axis Lb as a light 21 which is projection light. It is projected on the screen which the display information on a display panel 16 does not illustrate by this projection optics 24. In addition, light 21 is omitting illustration. On the other hand, even if the reflected light of OFF penetrates Prism 22b and 22a, it is injected in the direction which finally does not result in projection optics 24.

[0135] Let the configuration of the projection optics and the screen which were explained above be an example of projection optics equipment. In addition, although strong dielectric liquid crystal, a high-speed TN liquid crystal, etc. can also be used instead of DMD as a display panel 16, a polarizing plate is needed separately in that case. It is specifically necessary to arrange a polarizing plate in an illumination-light incidence [ of the TIR prism 22 ], and projection irradiation appearance side, respectively or so that plane of polarization may intersect perpendicularly optically mutually, and it is necessary to arrange a polarizing plate between the TIR prism 22 and a display panel 16.

[0136] Drawing 26 is the mimetic diagram expanding and showing a part for the principal part of the display optical equipment of the 4th of this invention, or the 5th operation gestalt, this drawing (a) is general drawing and this drawing (b) is a side elevation of the above-mentioned integrator optical-system part. The light 9 which has carried out incidence in accordance with an optical axis L reaches the 1st lens array 4 of the integrator optical system I like explanation by drawing 24 and drawing 25 . A few is left behind the 1st lens array 4 (lower part of drawing), and the superposition lens 8 is arranged the 2nd lens array 6 and just behind that. Between the 2nd lens array 6 and the superposition lens 8, the mask plate 31 which has slit 31a which is opening which regulates the aperture width of each cel of the 2nd lens array 6 is formed. It mentions later in detail.

[0137] The 1st lens array 4 has each cel 4a together put in the shape of a grid, and the 2nd lens array 6 has each cel 6a together put in the shape of [ with the another 1st lens array 4 ] a grid. Each [ these ] cel makes the longitudinal direction of this drawing (a) the direction of a long side. Image formation of the light 9 which reached the 1st lens array 4 is carried out on each cel 6a of the 2nd lens array 6 which left a few to the back and has been arranged in it at every each cel 4a of the.

[0138] Moreover, as shown in this drawing (b), the 1st lens array 4 has the birefringence diffraction grating, and performs polarization separation of light 9 in the direction of a shorter side of each cel of the 2nd lens array 6. Here, polarization conversion is performed through the 1st lens array 4 and the 2nd lens array 6, and light 9 is arranged with specific polarization and comes out. The principle of this polarization conversion is the same as the contents explained by above-mentioned drawing 2 (b). However, such a polarization converter is unnecessary in the configuration of the 5th operation gestalt shown by above-mentioned drawing 25 R> 5 which uses DMD



and TIR prism.

[0139] Then, if it returns and explains to drawing 26 (a), he is trying for the image of each cel of the 1st lens array 4 to overlap the display panel 16 mentioned later with the 2nd lens array 6 and the superposition lens 8 just behind that. It is reflected with the dichroic mirror of Rm, Gm, and each Bm, and the light 9 which came out of the superposition lens 8 reaches the condenser lens 32 arranged back (method of the right of drawing) with the optical axis LR, LG, and LB (a broken line, a continuous line, and a dotted line show, respectively) of an include angle which the color of was separated into RGB and is different, respectively.

[0140] And a display panel 16 is illuminated for every color through the micro cylinder lens array 33 and lighting / projection separation optical system 34 by work of each micro cylinder lens 33a of this micro cylinder lens array 33. In addition, it is good also as a diffraction lens instead of micro cylinder lens 33a. Moreover, the optical system which performs separation of the illumination light and projection light is meant like the PBS prism 14 in the 4th operation gestalt indicated to be lighting / projection separation optical system 34 to above-mentioned drawing 24 , or the TIR prism 22 in the 5th operation gestalt shown in above-mentioned drawing 25 .

[0141] thus, although lighting which serves as a field of RGB each color every dozens of pixels is performed by arranging a micro cylinder lens array just before lighting / projection separation optical system (lighting side incidence location), the arrow head Gw of drawing 26 or drawing 24 , and drawing 25 shows the micro cylinder lens array 33 further -- as -- the front face -- meeting -- the inside of one frame -- a detailed pitch -- or it drives continuously and the illumination light on a pixel is moved. And in a full screen, good color display can be performed by performing the pixel display interlocked with this.

[0142] As shown in drawing 27 , specifically, the time amount of one frame is moved in the direction which illuminates the shape of a stripe in RGB each color on a display panel 16 (it is only hereafter called a stripe), and shows this by the arrow head Gw as a round term. The pitch of the stripe s here is 1-2mm, and is coarse as compared with the magnitude of the pixel of a display panel 16. Thus, it has the composition that sequential lighting of the light of RGB is carried out to each pixel, respectively.

[0143] Drawing 28 is drawing showing typically the configuration of the mask plate 31 mentioned above. This drawing (a) shows the physical relationship seen from the outline configuration of the mask plate 31, and the optical axis with the 2nd lens array 6. Moreover, this drawing (b) is a graph which shows the relation of the location on a display panel and luminous intensity which were seen from the direction of the cross section of each above-mentioned stripe as illumination light. First, in this drawing (a), each cel 6a is arranged in the shape of a grid, and, as for the 2nd lens array 6, the whole lens array serves as an abbreviation square. Specifically, each cel 6a is arranged in four pieces and the six directions of a shorter side in the direction of a long side.

[0144] However, not the thing limited to such an array but each cel 6a is arranged for example, in the 4-8 directions of a long side, and in the direction of a shorter side, only the number according to the ratio of the die length of a long side and a shorter side is arranged, respectively so that it may become an abbreviation square as the whole lens array. Here, the 2nd lens array 6 is carrying out opening only of the part of the slit 31a with the mask plate 31 arranged in piles at this. Namely, it is in the condition that light penetrates only this part. It is the center of each cel 6a of the 2nd lens array 6, and, specifically, is in the condition of having carried out opening only of one third of the width of face a0 in the direction of a long side. In addition, in the condition which the hole is only opening is sufficient as a slit, and it is sufficient as it. [ the condition that this part serves as transparency ]

[0145] The width of face of the light source image Li on each cel is regulated by such configuration, and the width of face of each stripe illuminated on the above-mentioned display panel as a result is regulated, and in calculating interference of \*\*\*\*\* stripes, it can prevent by it. However, where 1/3-piece opening is carried out as mentioned above, as shown in this drawing (b), in practice, under the effect of an error, aberration, etc., regulation of the width of face of each stripe is not enough, and the stripe of R shown with the stripe and broken line of B shown with \*\*\*\*\* stripes, i.e., a dotted line, or the stripe of G shown as the stripe and continuous line of R has interfered partially, and still causes a color purity fall of an image.

[0146] Then, the width of face of the above-mentioned opening is regulated further. Drawing 29 is drawing showing typically the configuration of the mask plate 31 which made aperture width small. This drawing (a) shows the physical relationship seen from the outline configuration of the mask plate 31, and the optical axis with the 2nd lens array 6. Moreover, this drawing (b) is a graph which shows the relation between the location

on the display panel of each stripe in this configuration, and luminous intensity.

[0147] In this drawing (a), if aperture width of  $a_1$  and slit 31 of circumference approach  $a$  is set to  $a_2$  for the aperture width of slit 31a of the central approach of the mask plate 31,  $a_1$  is the above [ 0.7 to 0.95 times ]  $a_0$ , and  $a_2$  has become a still smaller value from  $a_1$ . That is, aperture width is made small, so that slit 31a is close to the circumference. Since the light source image  $L_i$  on each of that cel is distorted in the shape of an ellipse and becomes small under the effect of aberration, it regulates effectively the width of face of each above-mentioned stripe, controlling aggravation of lighting effectiveness, prevents interference of each stripes, and it is made not to spoil color purity by regulating more aperture width of this part like what has this close to the circumference among each cel of a lens array.

[0148] Since the stripe of R shown with the stripe and broken line of B which the width of face of each stripe is fully regulated, and is shown with \*\*\*\*\* stripes, i.e., a dotted line, or the stripe of G shown as the stripe and continuous line of R moreover does not separate by such configuration, without interfering mutually as shown in this drawing (b), lighting effectiveness and color purity will be maintained.

[0149] Furthermore, there is a method of reconciling still more effectively lighting effectiveness and regulation of the width of face of each stripe using a neutral density filter as a configuration. This is the configuration was near the circumference of the aperture width  $a_0$  of each slit 31a of the mask plate 31, and permeability falls and it was made to go as it approached around it, as shown in drawing 30. This regulates the width of face of each stripe still more effectively, with lighting effectiveness maintained, interference of each stripes is prevented, and it can avoid spoiling color purity.

[0150] Moreover, there is the approach of making aperture width of a slit adjustable as other configurations. This uses the part which superposition and each slits 31a and 35a overlapped in the mask plate 35 shown with the mask plate 31 shown as a continuous line, and a broken line as an actual slit, as shown in drawing 31. In this case, each mask plates 31 and 35 have composition which interlocks mutually and is driven to hard flow, respectively along with the arrow head  $H_w$  which is the slit opening cross direction of this drawing. Thereby, the aperture width can be adjusted, without the center position of a slit shifting to each cel 6a of the 2nd lens array 6.

[0151] Accommodation of aperture width is performed according to the intensity of light of the equipment exterior. That is, in case image projection is performed using the display optical equipment of this operation gestalt, the aperture width of a slit is changed according to the brightness of the room to be used. That is, in order to enlarge aperture width of a slit, for when comparatively conversely dark in the room to think the color purity of a projection image as important since a projection image is also made bright and when comparatively bright in the room makes it legible, and to raise image quality, aperture width of a slit is made small. Or you may adjust and fix so that it may become standard aperture width before shipment of equipment.

[0152] The approach of performing by the motor which detects by the sensor (un-illustrating) which prepared the external intensity of light in equipment, and does not feed back and illustrate it about the drive of a mask plate may be used, and while a user looks at a projection image, the approach of performing manually may be used. In addition, also in the 1st and 2nd operation gestalt mentioned above, the configuration using a mask plate which was explained above can be used, after changing arrangement with integrator optical system and the dichroic mirror which performs color separation.

[0153] By the way, the drive approach of the micro cylinder lens array 33 mentioned above is described below. Drawing 32 R> 2 shows typically the example which carries out the both-way drive of the micro cylinder lens array. In this drawing, the micro cylinder lens array 33 is drawn in the condition of having seen from the direction of an optical axis. The cam 36 has contacted, and near the center of side-face 33b in alignment with the longitudinal direction of each micro cylinder lens 33a of the micro cylinder lens array 33, side-face 33c of the opposite side is energized with a spring 37, and is in the condition of forcing the micro cylinder lens array 33 on a cam 36, in it.

[0154] If a cam 36 rotates to the circumference of shaft 36a at this time, the both-way drive only of the one pitch  $p$  of the array of the micro cylinder lens array 33 of micro cylinder lens 33a will be carried out by that eccentricity in the arrow-head  $G_w$  direction. Thereby, the illumination light on the pixel of the display panel 16 which is not illustrated here can be moved.

[0155] Moreover, drawing 33 shows the example which carries out the continuation drive of the micro cylinder lens with the perspective view. Here, much micro cylinder lens 38a was connected in the shape of a belt, and



has accomplished cyclic. This is called the micro cylinder lens group 38. The micro cylinder lens groups 38 are passed over two pulleys 39 supported to revolve, and the PBS prism 14 is arranged between the pulley 39. If it rotates in each arrow-head direction now by the motor which a pulley 39 does not illustrate, the micro cylinder lens group 38 will rotate and the continuation drive of the micro cylinder lens 38a will be carried out in the direction shown, the array direction Gw, i.e., arrow head.

[0156] If light 9 carries out incidence to the micro cylinder lens group 38 at this time [ direction / of an optical axis / which is shown by the arrow head ], the PBS prism 14 will be reached through micro cylinder lens 38a, it will be reflected here, and the downward display panel 16 will be illuminated. Here, the illumination light on a display panel 16 will move continuously. In addition, the physical relationship of the micro cylinder lens of this drawing, PBS prism, and a display panel differs from what was shown in drawing 24 a little.

[0157] In addition, the illumination-light study system and projection optics which are said by the claim support the illumination-light study equipment and projection optics equipment in an operation gestalt, respectively.

[0158]

[Effect of the Invention] As explained above, according to this invention, also in a display panel with a fine pixel pitch, the display optical equipment of high resolution in which an efficient configuration is possible can be offered.

[0159] two or more especially same pixels -- \*\*\*\*\* -- by arranging like, the focal distance of each micro lens becomes long, and the efficient configuration of it is attained.

[0160] moreover, the thing for which a pixel shift is performed to a lighting or projection side -- the same pixel -- \*\* -- the color picture of high resolution is obtained also in the condition of becoming each other.

[0161] Moreover, it is lost that only the illumination light is distance with a display panel can secure upwards enough by arranging a micro-lens array or a micro cylinder lens array, and passes this micro-lens array or a micro cylinder lens array, and projection light is disturbed at the illumination-light incidence side of lighting / projection separation optical system.

---

[Translation done.]

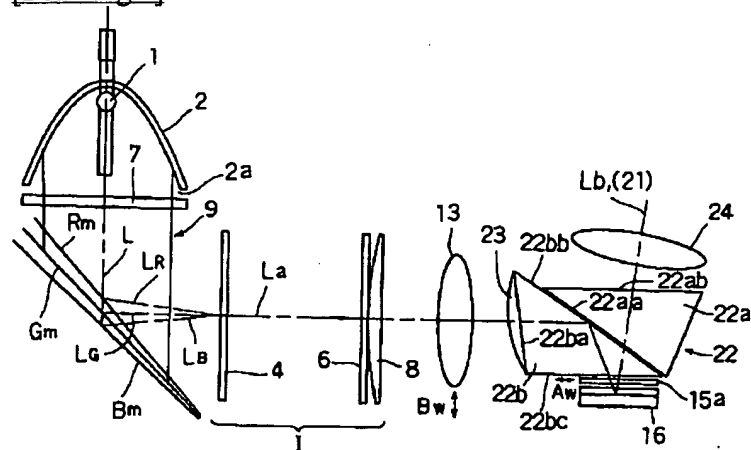
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

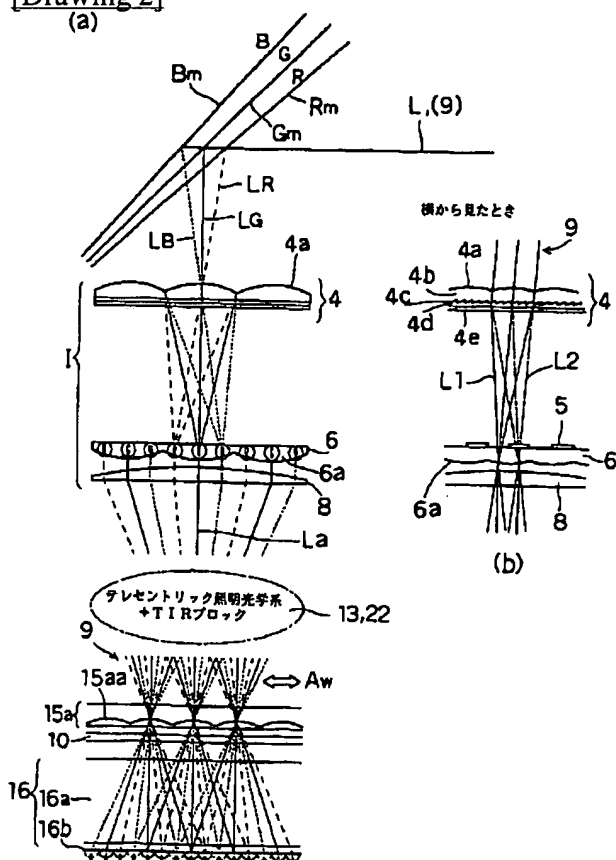
## DRAWINGS

[Drawing 1]

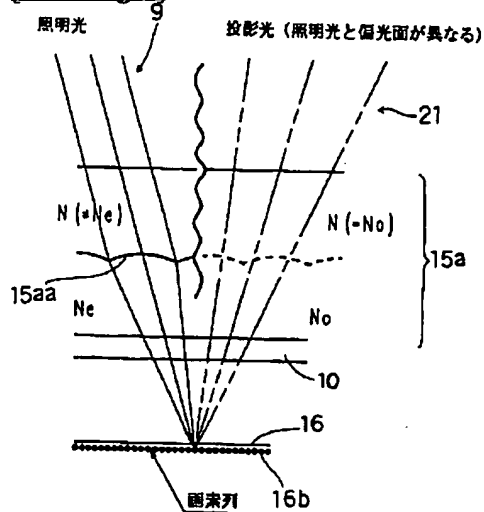


[Drawing 2]

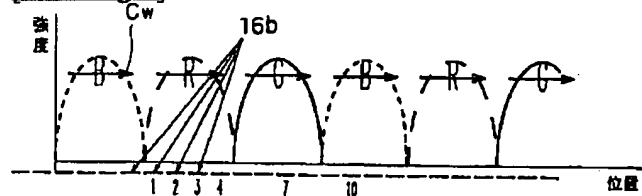
(a)



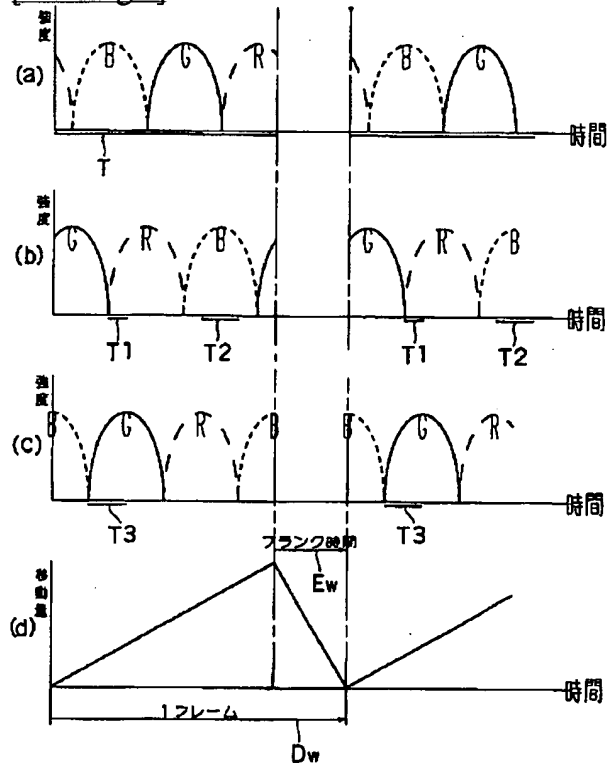
[Drawing 3]



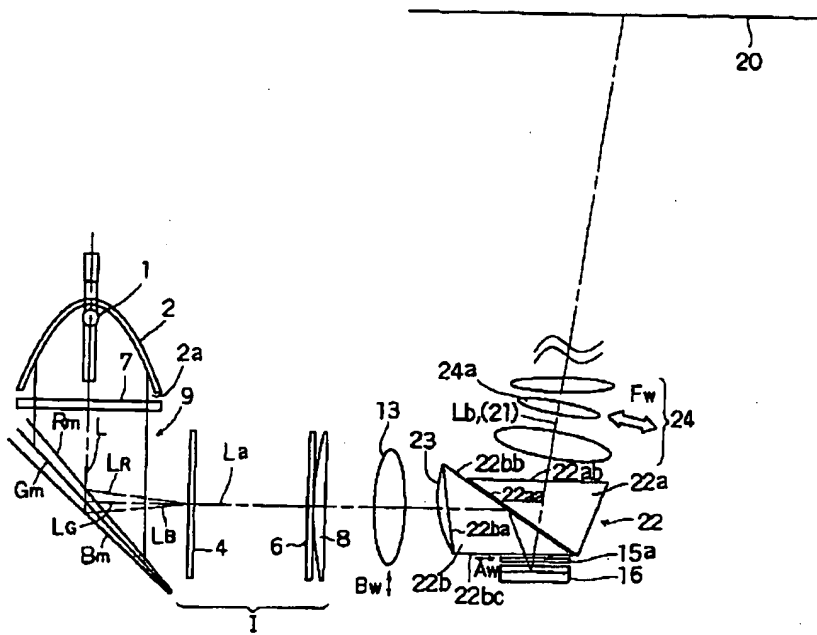
[Drawing 4]



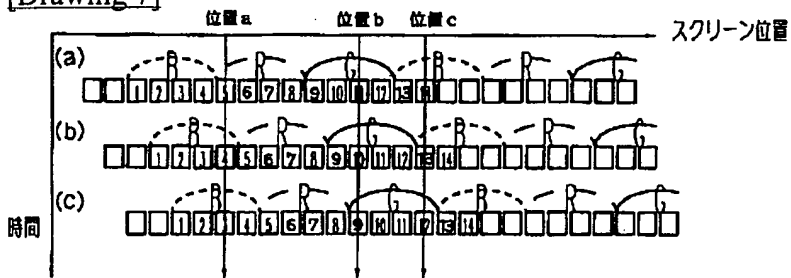
[Drawing 5]



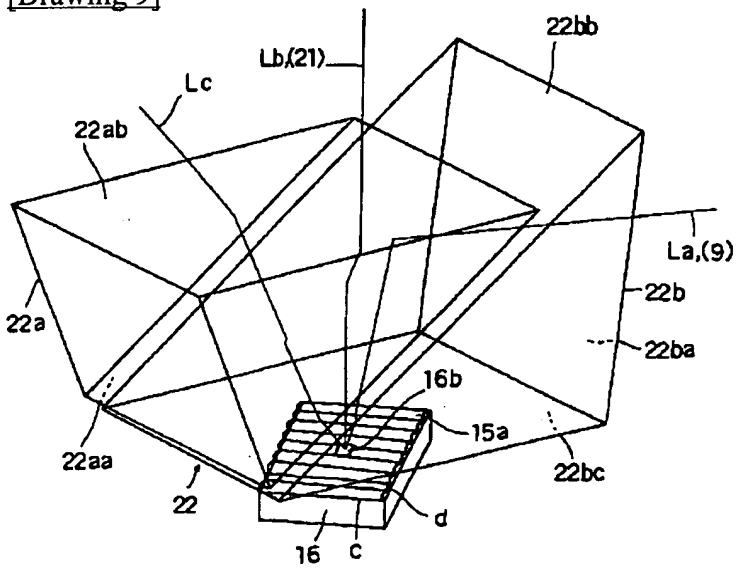
[Drawing 6]



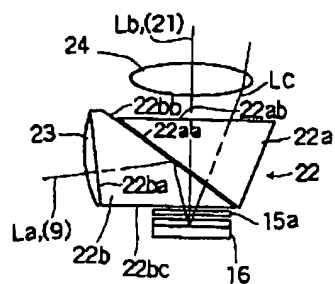
[Drawing 7]



[Drawing 9]



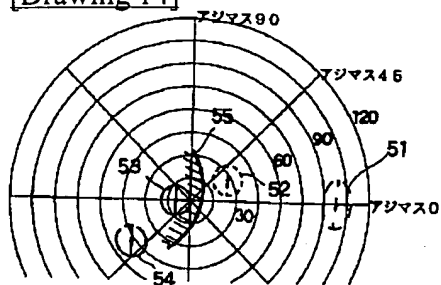
[Drawing 12]



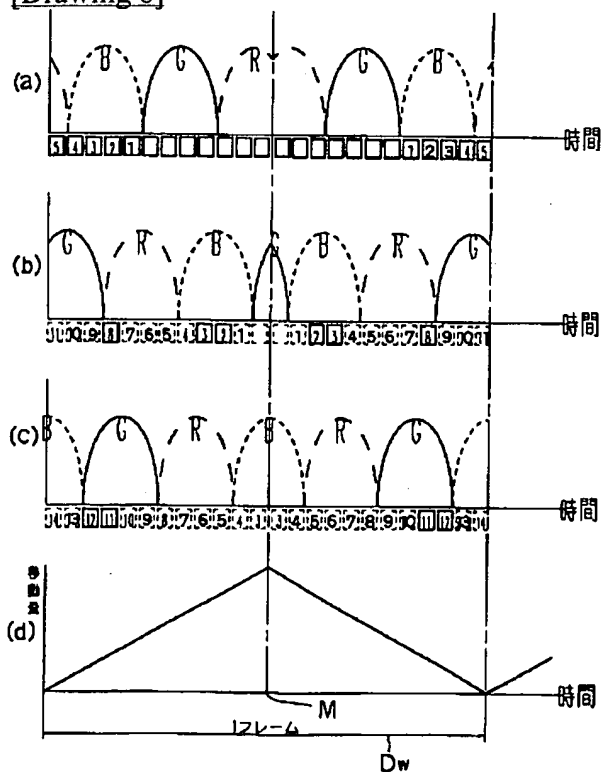
[Drawing 13]



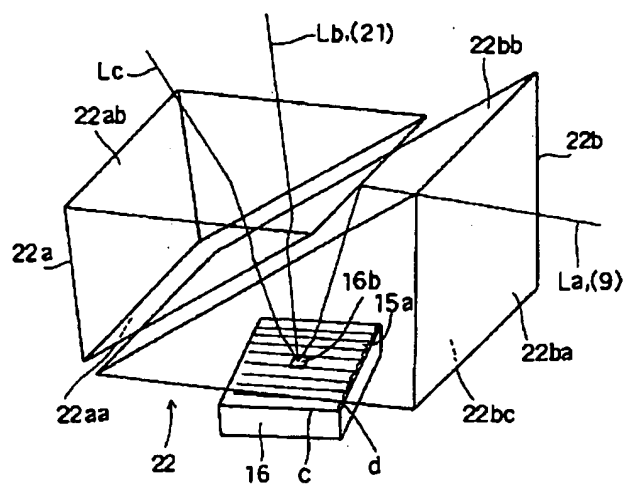
[Drawing 14]



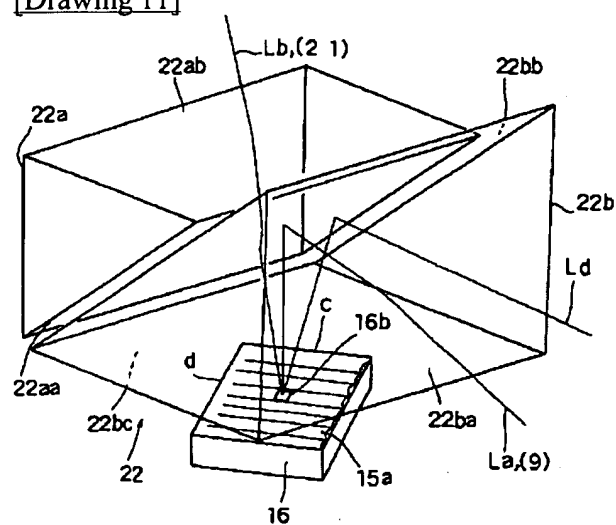
[Drawing 8]



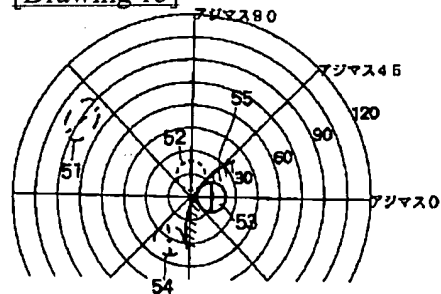
[Drawing 10]



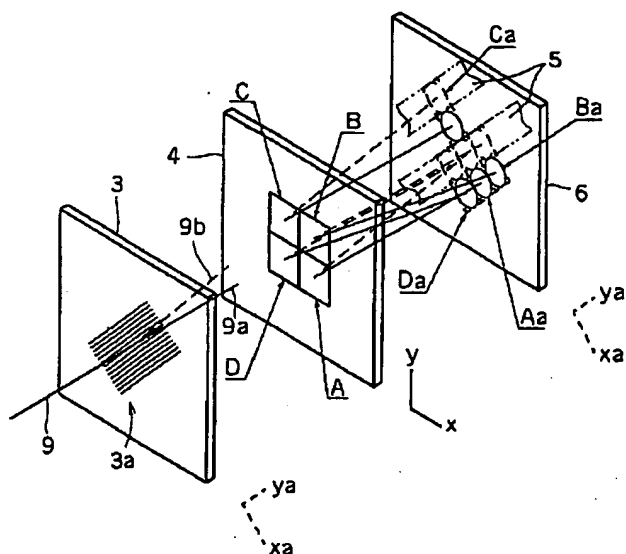
[Drawing 11]



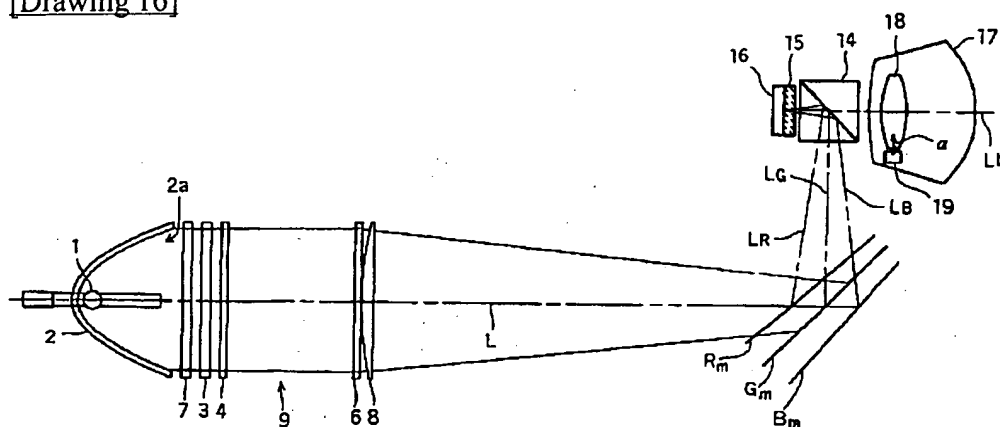
[Drawing 15]



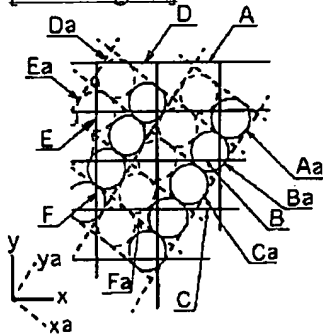
[Drawing 17]



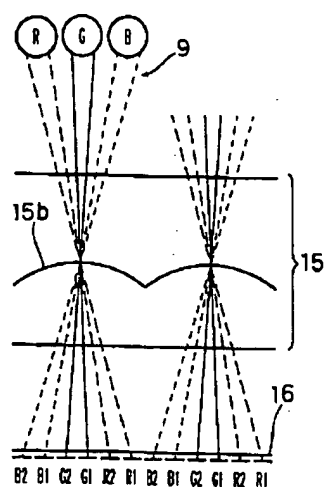
[Drawing 16]



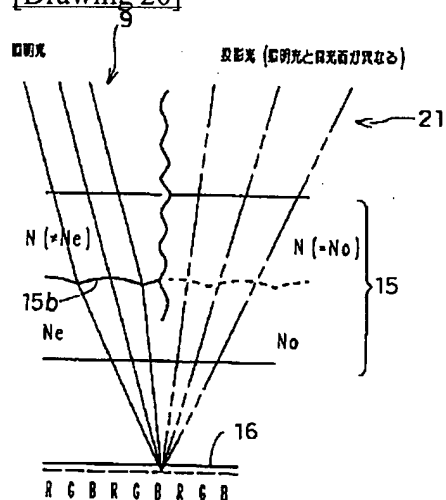
[Drawing 18]



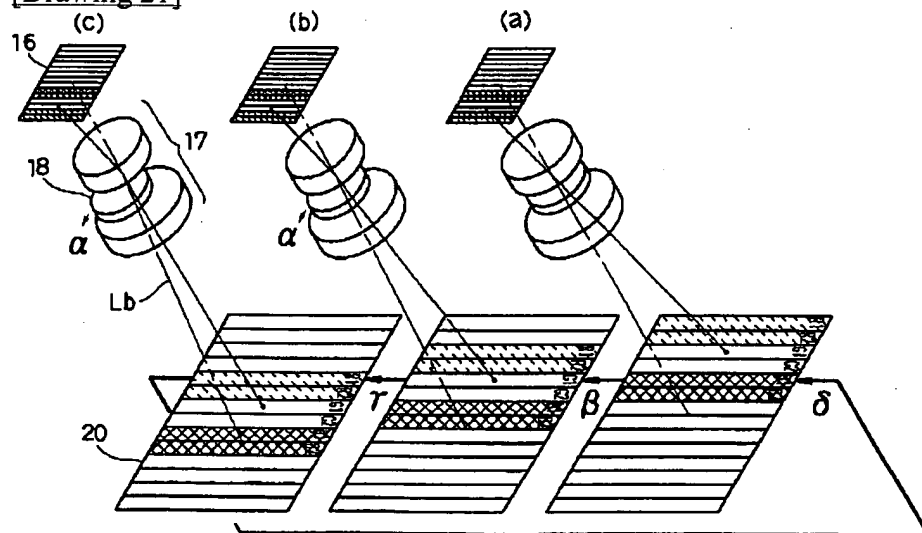
[Drawing 19]



[Drawing 20]

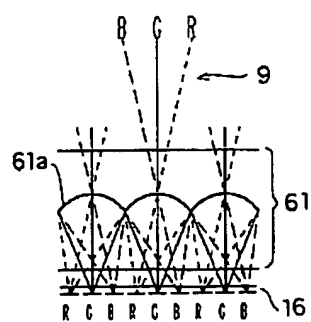


[Drawing 21]

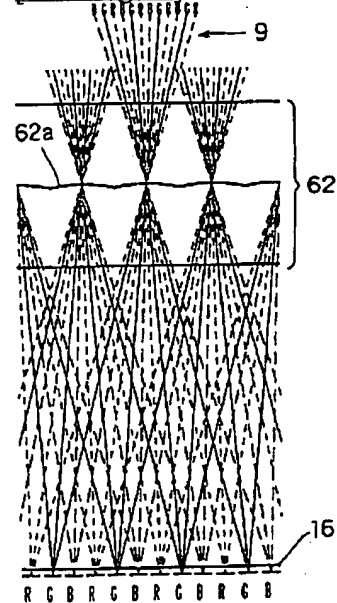


[Drawing 22]

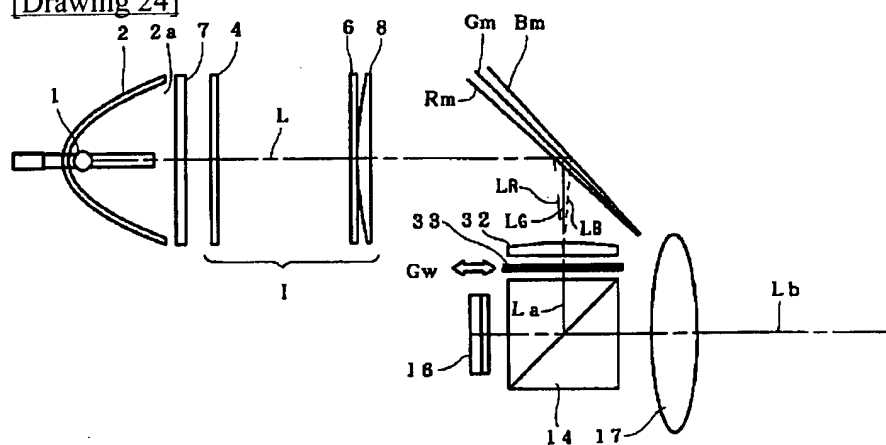




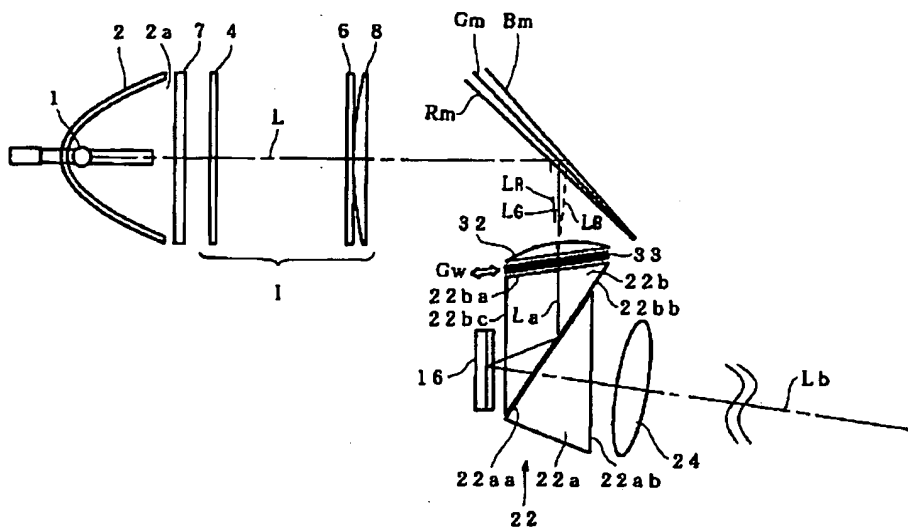
[Drawing 23]



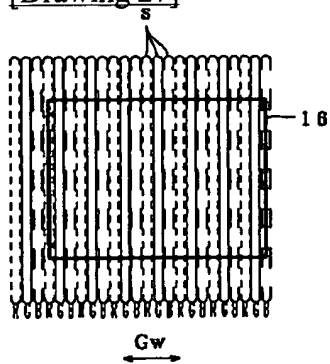
[Drawing 24]



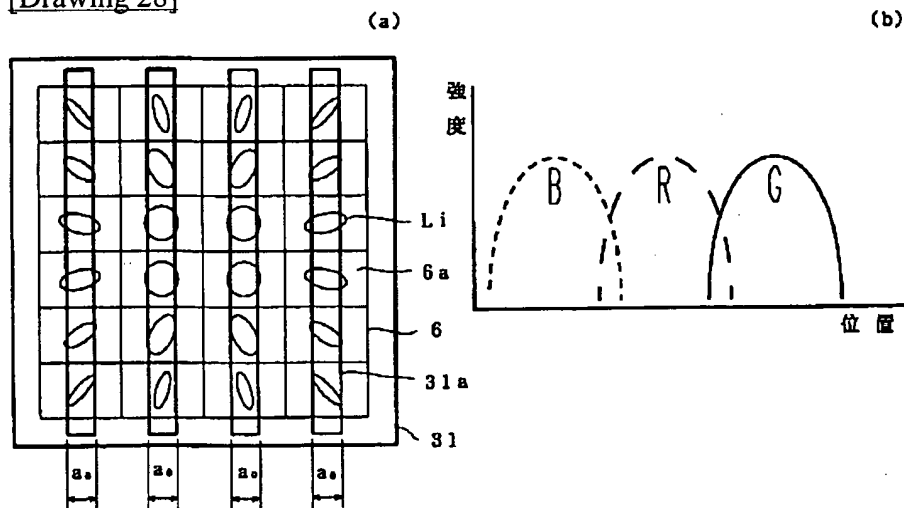
[Drawing 25]



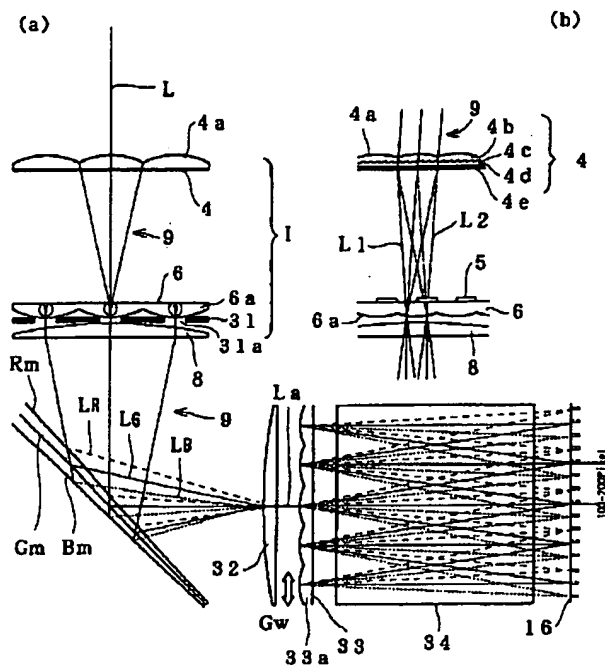
[Drawing 27]



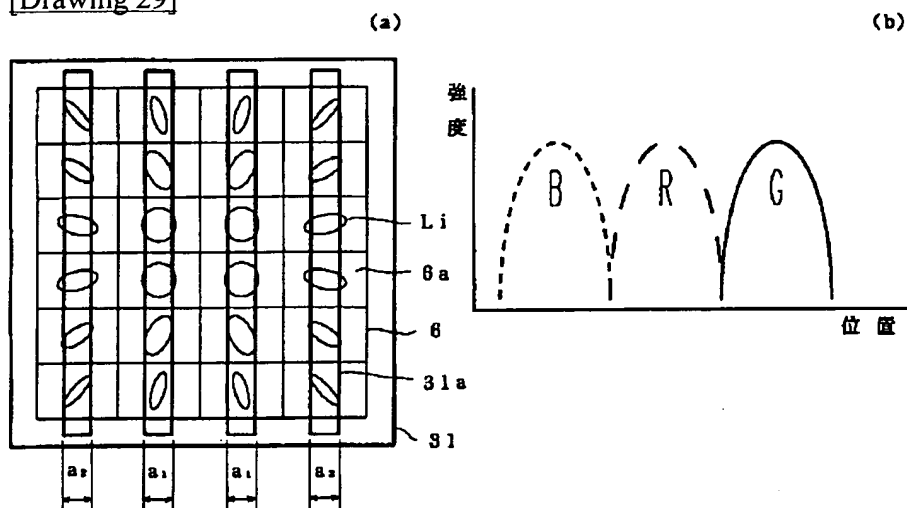
[Drawing 28]



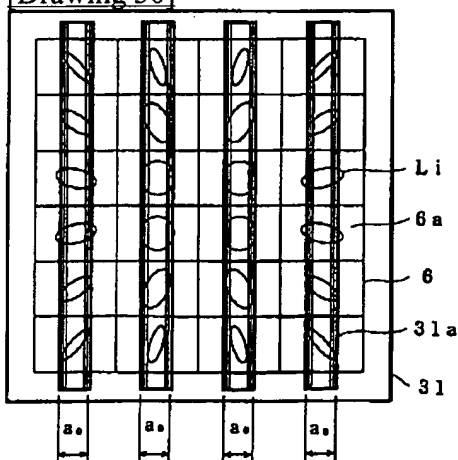
[Drawing 26]



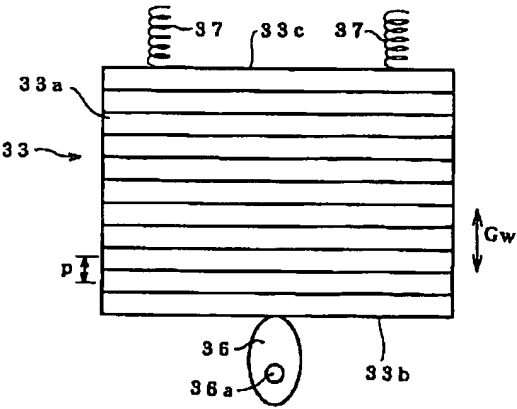
[Drawing 29]



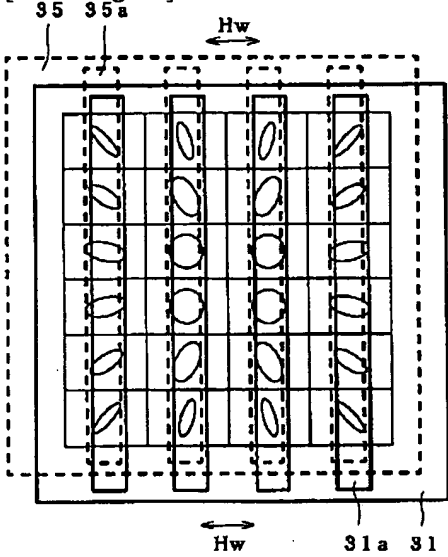
[Drawing 30]



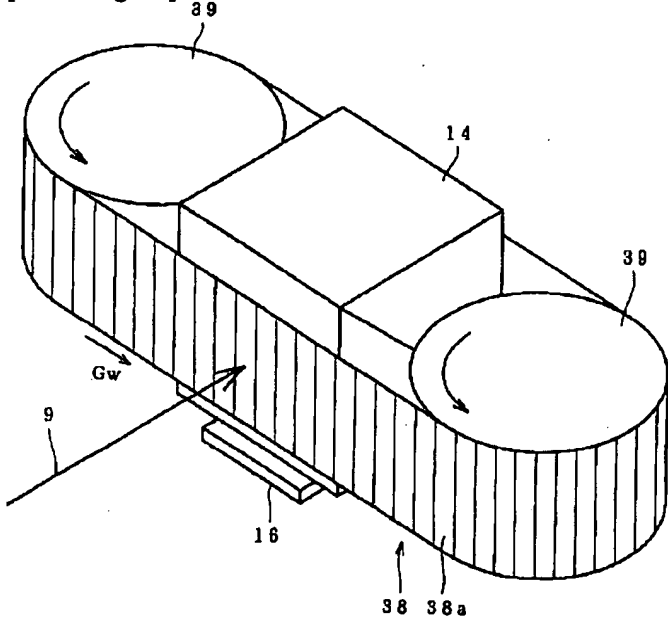
[Drawing 32]



[Drawing 31]



[Drawing 33]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-51231

(P2001-51231A)

(43)公開日 平成13年2月23日(2001.2.23)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード(参考)
G 0 2 B 27/18		G 0 2 B 27/18	Z 2 H 0 8 8
G 0 2 F 1/13	5 0 5	G 0 2 F 1/13	5 0 5 2 H 0 9 1
1/1335		1/1335	5 G 4 3 5
G 0 3 B 21/00		G 0 3 B 21/00	D
33/12		33/12	

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全 25 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-266452

(22)出願日 平成11年9月21日(1999.9.21)

(31)優先権主張番号 特願平11-155991

(32)優先日 平成11年6月3日(1999.6.3)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72)発明者 林 宏太郎

大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪

国際ビル ミノルタ株式会社内

(74)代理人 100085501

弁理士 佐野 静夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表示光学装置

(57)【要約】

【課題】画素ピッチが細かい表示パネルにおいても、効率の良い構成が可能な、高解像度の表示光学装置を提供する。

【解決手段】光源からの光を所定の波長領域毎に異なった方向に分離し、その分離された照明光としての光を表示パネルに照明する照明光学系と、その表示パネルからの投影光を単数或いは複数画素毎にシフトして投影する投影光学系とを備え、前記照明光はRGB3色の光が交互に複数配列され、各同一色の光が前記表示パネルの隣合った複数個の画素を照明する構成とする。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの光を所定の波長領域毎に異なった方向に分離し、該分離された照明光としての光を表示パネルに照明する照明光学系と、該表示パネルからの投影光を単数或いは複数画素毎にシフトして投影する投影光学系とを備え、前記照明光はRGB3色の光が交互に複数配列され、各同一色の光が前記表示パネルの隣合った複数個の画素を照明する事を特徴とする表示光学装置。

【請求項2】 前記照明光学系は、前記RGB3色の光が照明する一組の画素単位に1つのレンズが対応するマイクロレンズアレイ或いはマイクロシリンダーレンズアレイを有する事を特徴とする請求項1に記載の表示光学装置。

【請求項3】 前記表示パネルからの投影光を、1フレーム中に同一色で別の場所の画素が重なるようにシフトして投影する事を特徴とする請求項1又は請求項2に記載の表示光学装置。

【請求項4】 前記表示パネルからの投影光を、フレーム間に跨って同一色で別の場所の画素が重なるようにシフトして投影する事を特徴とする請求項1又は請求項2に記載の表示光学装置。

【請求項5】 前記表示パネルからの投影光を1画素毎にシフトして投影し、該投影される特定の位置に対して、ON表示する画素を組み合わせる事により、情報表示する事を特徴とする請求項1に記載の表示光学装置。

【請求項6】 前記各色の複数画素毎の強度分布の差に対応して、ON表示する画素を決定する事により、階調表現する事を特徴とする請求項5に記載の表示光学装置。

【請求項7】 光源からの光を所定の波長領域毎に異なった方向に分離し、該分離された照明光としての光を連続的に或いは微小ピッチでシフトして、表示パネルに照明する照明光学系と、該表示パネルからの投影光を投影する投影光学系とを備え、前記照明光はRGB3色の光が交互に複数配列され、各同一色の光が前記表示パネルの隣合った複数個の画素を照明する事を特徴とする表示光学装置。

【請求項8】 前記照明光学系は、前記分離された照明光を各波長領域毎に前記表示パネル上に一色ずつ結像するマイクロシリンダーレンズアレイを有する事を特徴とする請求項7に記載の表示光学装置。

【請求項9】 前記照明された特定の画素において、ON表示する時間帯を組み合わせる事により、情報表示する事を特徴とする請求項7又は請求項8に記載の表示光学装置。

【請求項10】 前記各色の照明光の強度分布の時間的変化に対応して、ON表示する時間帯を決定する事により、階調表現する事を特徴とする請求項9に記載の表示光学装置。

【請求項11】 前記表示パネルは反射型パネルであり、前記照明光と前記投影光とを分離する照明・投影分離光学系を備え、該照明・投影分離光学系の照明光入射側にマイクロレンズアレイ或いはマイクロシリンダーレンズアレイを配置し、該マイクロレンズアレイ或いはマイクロシリンダーレンズアレイを駆動する事により、前記照明光のシフトを行う事を特徴とする請求項7に記載の表示光学装置。

【請求項12】 光源からの光を所定の波長領域毎に異なった方向に分離する色分解光学系を、前記マイクロレンズアレイ或いはマイクロシリンダーレンズアレイの直前に配置した事を特徴とする請求項11に記載の表示光学装置。

【請求項13】 前記照明・投影分離光学系は、前記照明光を全反射により前記表示パネルに導き、該表示パネルからの投影光を透過により前記投影光学系に導くプリズムである事を特徴とする請求項11又は請求項12に記載の表示光学装置。

【請求項14】 前記照明・投影分離光学系は、偏光ビームスプリッターである事を特徴とする請求項11又は請求項12に記載の表示光学装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、反射型表示パネルの画像を投影する表示光学装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、映像を表示する方法の一つとして、例えば投影型の表示光学装置が知られている。このような表示光学装置においては、反射型液晶表示パネル等の、いわゆる反射型表示パネルが最近では主に用いられている。そして、このような反射型表示パネル上の光学像を、効率よく均一に照明するために、照明光学系が用いられており、また、照明光学系からの照明光を反射型表示パネルへと導くために、反射型表示パネル直前に配置したマイクロレンズアレイ等が用いられている。

【0003】具体的には、例えば反射型表示パネルをいわゆる単板として、画素毎にR用、G用、B用を順次並べたものを用い、照明光を予めRGBに色分割したものを、角度をRGB毎に変えて1絵素（1絵素とは表示パネル上のRGB3画素を1組としたもの）或いは複数絵素ずつマイクロレンズアレイ上の各マイクロレンズに入射させ、それぞれ反射型表示パネルのR用、G用、B用の画素に集光するようにしている。

【0004】図22は、従来の一例であるマイクロレンズアレイと表示パネルとの関係を模式的に示す図である。これは、特開平4-60538号公報に記載されている如く、単板方式で表示パネルに透過型液晶を用いたプロジェクター光学系に採用されているものである。ここでは表示パネル16を単板とし、画素毎にR用、G用、B用を順次並べており、後述する光源1からの光9

を予めRGBに色分割したものを、角度をRGB毎に変えて1絵素ずつマイクロレンズアレイ61の各マイクロレンズ61aに入射させ、それぞれ表示パネル16のR用、G用、B用の画素に集光するようにしている。これにより、効率の良い照明を行う事ができる。尚、同図のマイクロレンズアレイ61及び表示パネル16の左右は、図示を省略している。

【0005】図23は、特開平9-318904号公報に記載されている、従来の他の例であるマイクロレンズアレイと表示パネルとの関係を模式的に示す図である。同図に示すように、ここではマイクロレンズアレイ62のマイクロレンズ62a一つ当たり、光源1からの光9をRGB3つではなくRGBRGB…の順の複数絵素の光束にして入射させ、それぞれ表示パネル16のR用、G用、B用の画素に集光するようにしている。尚、同図のマイクロレンズアレイ62及び表示パネル16の左右は、図示を省略している。

【0006】尚、このようなRGB順に並んだ画素を持つ表示パネルにおいては、いわゆる単板方式でありながら、画素数を増やす事なくいわゆる3板方式と同等の解像度のカラー表示を行える事が望ましい。このため、従来より、RGBが順にずれるよう、3サイクルを時間的に重ね合わせる、いわゆる色画素時分割方式が行われている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記図22で示した従来の一例のような構成では、表示パネルとして用いられる最近の液晶表示パネルは画素ピッチが細かいため、効率の良い構成とするためには、マイクロレンズ61aと表示パネル16の各画素との間隔が非常に短くなり、現実には構成不可能となる。具体的には、最近の液晶表示パネルは、高画素化のため画素ピッチが10~20 $\mu$ mとなっている。

【0008】従来の一例のマイクロレンズアレイ61のように、表示パネル16の各画素をRGBそれぞれ1つの光束で照明する場合、マイクロレンズ61aと表示パネル16の各画素との間は、100 $\mu$ m以下の距離となり、実質的にこれらの作成が不可能である。たとえ実際に作成できたとしても、マイクロレンズの曲率が大きく、収差等が生じて良好な照明ができない。

【0009】これらの問題を解決するために、上記図23で示した従来の他の例が有効であるが、このような構成においては、色分割された光束の間隔は、ここでは図示しないレンズアレイによる1段のインテグレートにより予め設定されるため、画面中央に対する周辺等の、大きなスパンでの照明ムラをなくすためには、レンズアレイは相当細かく分割しなければならず、例えば分割の粗い長辺方向でも、4~7分割以上は必要となる。この場合、逆にマイクロレンズ62aと表示パネル16の各画素が大きく離れてしまい、マイクロレンズ62a個々の

Fナンバーが回折限界以下の暗さとなるため、うまく集光しない。

【0010】具体的には、レンズアレイによるインテグレートにより、予め光源1からの光9をRGBRGB…の光束に分けた場合、マイクロレンズ62aと表示パネル16の各画素との間は、500~800 $\mu$ m程度と大きくなるが、各マイクロレンズ62aのFナンバーはF20以上となり、回折による結像のボケ量(1.22 $\times$ 波長 $\lambda \times$ Fナンバー)が十数ミクロンとなって、画素ピッチと同等になってしまう。このとき、それぞれ細かく分割したRGBの光束は、実質的には画素面上で各画素からはみ出してしまい、色純度の低下や効率の大幅なダウンを引き起こす。

【0011】また、一般的にも、1絵素当たり到一个のマイクロレンズを持つマイクロレンズアレイを表示パネル直前に置いた場合、マイクロレンズアレイのFナンバーが暗く、画素に結像するよりも回折で像がボケの方が大きくなり、返って非効率となる。そして、複数絵素当たり到一个のマイクロレンズを持つマイクロレンズアレイの場合(特開平9-318904号公報に記載された実施例は殆どこれである)、近接する絵素間に寄与する光源像が異なるため、光源像の明るさの差が、隣合う絵素間といった小さいスパンでの照明ムラを発生する。

【0012】本発明は、画素ピッチが細かい表示パネルにおいても、効率の良い構成が可能な、高解像度の表示光学装置を提供する事を目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、光源からの光を所定の波長領域毎に異なった方向に分離し、その分離された照明光としての光を表示パネルに照明する照明光学系と、その表示パネルからの投影光を単数或いは複数画素毎にシフトして投影する投影光学系とを備え、前記照明光はRGB3色の光が交互に複数配列され、各同一色の光が前記表示パネルの隣合った複数個の画素を照明する請求項1の構成とする。

【0014】また、前記照明光学系は、前記RGB3色の光が照明する一組の画素単位に1つのレンズが対応するマイクロレンズアレイ或いはマイクロシリンダーレンズアレイを有する請求項1に記載の請求項2の構成とする。

【0015】また、前記表示パネルからの投影光を、1フレーム中に同一色で別の場所の画素が重なるようにシフトして投影する請求項1又は請求項2に記載の請求項3の構成とする。

【0016】また、前記表示パネルからの投影光を、フレーム間に跨って同一色で別の場所の画素が重なるようにシフトして投影する請求項1又は請求項2に記載の請求項4の構成とする。

【0017】また、前記表示パネルからの投影光を1画

素毎にシフトして投影し、その投影される特定の位置に対して、ON表示する画素を組み合わせる事により、情報表示する請求項1に記載の請求項5の構成とする。

【0018】また、前記各色の複数画素毎の強度分布の差に対応して、ON表示する画素を決定する事により、階調表現する請求項5に記載の請求項6の構成とする。

【0019】また、別の構成として、光源からの光を所定の波長領域毎に異なった方向に分離し、その分離された照明光としての光を連続的に或いは微小ピッチでシフトして、表示パネルに照明する照明光学系と、その表示パネルからの投影光を投影する投影光学系とを備え、前記照明光はRGB3色の光が交互に複数配列され、各同一色の光が前記表示パネルの隣合った複数個の画素を照明する請求項7の構成とする。

【0020】また、前記照明光学系は、前記分離された照明光を各波長領域毎に前記表示パネル上に一色ずつ結像するマイクロシリンダーレンズアレイを有する請求項7に記載の請求項8の構成とする。

【0021】また、前記照明された特定の画素において、ON表示する時間帯を組み合わせる事により、情報表示する請求項7又は請求項8に記載の請求項9の構成とする。

【0022】また、前記各色の照明光の強度分布の時間的変化に対応して、ON表示する時間帯を決定する事により、階調表現する事の特徴とする請求項9に記載の請求項10の構成とする。

【0023】また、前記表示パネルは反射型パネルであり、前記照明光と前記投影光とを分離する照明・投影分離光学系を備え、その照明・投影分離光学系の照明光入射側にマイクロシリンダーアレイ或いはマイクロシリンダーレンズアレイを配置し、そのマイクロシリンダーアレイ或いはマイクロシリンダーレンズアレイを駆動する事により、前記照明光のシフトを行う請求項7に記載の請求項11の構成とする。

【0024】また、光源からの光を所定の波長領域毎に異なった方向に分離する色分解光学系を、前記マイクロシリンダーアレイ或いはマイクロシリンダーレンズアレイの直前に配置した請求項11に記載の請求項12の構成とする。

【0025】また、前記照明・投影分離光学系は、前記照明光を全反射により前記表示パネルに導き、その表示パネルからの投影光を透過により前記投影光学系に導くプリズムである請求項11又は請求項12に記載の請求項13の構成とする。

【0026】また、前記照明・投影分離光学系は、偏光ビームスプリッターである請求項11又は請求項12に記載の請求項14の構成とする。

【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。図1は、本発明の第

1の実施形態の表示光学装置を模式的に示す構成図である。各部の配置は本来3次元的なものであるが、理解を助けるために、平面状に記載している。同図において、1は光源であり、2は光源1を取り囲むように配置されるリフレクターである。また、7はリフレクター2の光の射出口2aを覆うように配置され、光源1及びリフレクター2からの光に含まれる紫外線及び赤外線をカットするUVIRカットフィルターである。

【0028】UVIRカットフィルター7の後方(図の下方)には、R(赤)、G(緑)、B(青)それぞれの波長領域の光を反射するダイクロイックミラー $R_s$ 、 $G_s$ 、 $B_s$ がそれぞれ異なった傾きで配置されている。そして、光軸LでUVIRカットフィルター7を透過してきた光9が、 $R_s$ 、 $G_s$ 、 $B_s$ それぞれのダイクロイックミラーで反射され、それぞれ異なった角度の光軸 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ で後方(図の右方)に配置された第1レンズアレイ4に到達するようにしている。尚、ダイクロイックミラー $B_s$ は全反射ミラーでも良い。また、光9のダイクロイックミラーによる反射光は、図示を省略している。

【0029】第1レンズアレイ4の後方には、少し離れて第2レンズアレイ6、その直後に重ね合わせレンズ8が配置されている。尚、ここでは図示しないが、第1レンズアレイ4は、格子状に組み合わせられた各セルを有しており、第2レンズアレイ6は、第1レンズアレイ4とは別の格子状に組み合わせられた各セルを有している。また、第1レンズアレイ4は、複屈折回折格子を有しており、第2レンズアレイ6の各セルの短辺方向に、光源1及びリフレクター2からの光9の偏光分離を行う。第1レンズアレイ4、第2レンズアレイ6を通じて偏光変換が行われ、光源1及びリフレクター2からの光9は特定の偏光に揃えられて出てくる。この構成を偏光変換装置と呼ぶ。これらの詳細な関係については後述する。

【0030】また、第2レンズアレイ6とその直後の重ね合わせレンズ8により、後述する表示パネルに、第1レンズアレイ4の各セルの像が重なり合うようにしている。そして、重ね合わせレンズ8の直後の照明光学系13により、表示パネルをテレセントリック照明する。尚、重ね合わせレンズ8は、第2レンズアレイ6と一体に成形されていても良い。以上の第1レンズアレイ4から重ね合わせレンズ8までを、インテグレート光学系1と呼び、光軸を $L_a$ とする。

【0031】また、照明光学系13の後方には、TIRプリズム22が配置されている。TIRプリズム22は、それぞれ三角柱状をしたガラス等より成る大小のプリズム22b、22aの或面同士が向かい合った構成となっている。プリズム22bは、入射面22ba、射出面を兼ねた全反射面22bb、及び入射面22bcを有し、プリズム22aは、入射面22aa及び射出面22abを有している。互に向かい合った全反射面22



bbと入射面22aとの間隔は、数 $\mu\text{m}$ ～数十 $\mu\text{m}$ となっている。

【0032】照明光学系13を透過した、光源1及びリフレクター2からの光9は、まず、プリズム22bに対して、光軸L<sub>a</sub>に沿って、直前のコンデンサーレンズ23を経て、入射面22bに入射する。そして、全反射面22bに臨界角を超える入射角で入射する事によって、光9はその殆どが反射され、入射出面22bより射出し、表示パネル16に向かう。その直前には、所定の偏光に対してマイクロレンズ効果をもたらす複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aが配置されている。以上説明した構成を、照明光学装置の一例とする。

【0033】表示パネル16はDMDで構成されており、ここに照明された光9を、画素毎に表示情報に応じてONの状態のマイクロミラー或いはOFFの状態のマイクロミラーで反射する。このとき、ONの反射光は、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aを経て、入射出面22bに入射してプリズム22bに戻る。

【0034】そして、全反射面22bに臨界角以内の入射角で入射してここを透過し、更に入射面22aに入射して、プリズム22aを透過して射出面22abより射出し、光軸L<sub>b</sub>に沿って投影光学系24に到る。この投影光学系24により、表示パネル16の表示情報が図示しないスクリーンに投影される。尚、光21は図示を省略している。一方、OFFの反射光は、プリズム22b、22aを透過しても、最終的に投影光学系24に到らない方向へと射出する。以上説明した投影光学系とスクリーンの構成を、投影光学装置の一例とする。

【0035】この、ONの反射光である光21の光軸L<sub>b</sub>は、本実施形態では後述するように、表示パネル16の表面に対して垂直とはならない構成であるので、投影光学系24は共軸系ではない非軸投影光学系とする必要がある。この非軸投影光学系の具体例としては、例えば特開平9-179064号公報の実施例4に記載されている様なものが提案されている。

【0036】図2は、本発明の第1の実施形態の表示光学装置の主要部分を拡大して示す模式図であり、同図(a)は全体図、同図(b)は上記インテグレート光学系部分の側面図である。図1での説明と同様に、光軸Lに沿って入射してきた光9が、R<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>それぞれのダイクロイックミラーで反射され、それぞれ異なった角度の光軸L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub>で後方(図の下方)に配置された第1レンズアレイ4に到達する。尚、同図(a)では光9は図示を省略している。

【0037】第1レンズアレイ4の後方には、少し離れて第2レンズアレイ6、その直後に重ね合わせレンズ8が配置されている。第1レンズアレイ4は、格子状に組み合わされた各セル4aを有しており、第2レンズアレイ6は、第1レンズアレイ4とは別の格子状に組み合わ

された各セル6aを有している。RGBで異なる方向から第1レンズアレイ4に到達した光9は、その個々のセル4a毎に、その後方に少し離れて配置された第2レンズアレイ6の個々のセル6a上に結像する。このとき、RGBで光の方向が異なるため、RGBそれぞれの光源像ができる。それぞれの位置にはほぼ各色がきているが、色純度を上げるため、RGBのカラーフィルターが設けられている。このカラーフィルターによる光量のロスは少ない。

【0038】また、第1レンズアレイ4は、図2(b)に示すように、複屈折回折格子を有しており、第2レンズアレイ6の各セルの短辺方向に、光9の偏光分離を行う。ここでは第1レンズアレイ4、第2レンズアレイ6を通じて偏光変換が行われ、光9は特定の偏光に揃えられて出てくる。この偏光変換の原理を同図(b)で改めて説明する。まず、光9は無偏光の光束で、インテグレート光学系1に入射する。インテグレート光学系1は、光束の進む順に、第1レンズアレイ4、1/2波長板5、第2レンズアレイ6、重ね合わせレンズ8より成る。第1レンズアレイ4は、ガラス等より成る基板4b上にブレース形状の複屈折回折格子4cが形成され、更にそのブレース形状部に接する部分に複屈折光学材料4dが充填されて、ガラス板4eで封印されている。

【0039】複屈折光学材料4dは、偏光方向の異なる光線に対しては異なる屈折率を示し、本例では、紙面に沿った偏光面を有する光線L<sub>1</sub>に対する屈折率と、紙面に垂直な偏光面を有する光線L<sub>2</sub>に対する屈折率とが異なっている。また複屈折回折格子4cの形状は直進する光を偏向する形状である。ここで、紙面に沿った偏光面を有する光線L<sub>1</sub>に対する屈折率と、基板材料の屈折率とを等しくする事により、紙面に沿った偏光面を有する光線L<sub>1</sub>は、実線で示されるように複屈折回折格子4cが存在しない場合と等価に進行し、紙面に垂直な偏光面を有する光線L<sub>2</sub>は、一点鎖線で示されるように複屈折回折格子4cが存在する状態で進行するので、偏向を受ける事になる。

【0040】一方、第1レンズアレイ4は入射する光9を空間分割し、第2レンズアレイ6上で結像させる。紙面に沿った偏光面を有する光線L<sub>1</sub>は直進して結像し、紙面に垂直な偏光面を有する光線L<sub>2</sub>は偏向を受けて結像する。従って、紙面に沿った偏光面を有する光線L<sub>1</sub>と、紙面に垂直な偏光面を有する光線L<sub>2</sub>とは空間的に異なる位置で結像する事になる。そこで第2レンズアレイ6光源側近傍に、前記いずれかの偏光面を有する光束の結像している空間に1/2波長板5を配置する事により、いずれか一方の偏光面を有する光束に揃える事が可能となる。

【0041】ここでは光線L<sub>2</sub>に対して1/2波長板5を用いている。従って、インテグレート光学系1からは、全て紙面に対して平行な偏光面に揃えられた偏光

10

20

30

40

50

が、照明光として射出する事になる。尚、複屈折光学材料は、例えば液晶材料を所定の方向に配向処理する事等により得られる。また、紫外線等の照射を受けると硬化する液晶材料が知られているので、そのような液晶材料を用いて上記配向処理後に紫外線照射等を施すようにしても良い。

【0042】続いて、同図(a)に戻って説明すると、第2レンズアレイ6とその直後の重ね合わせレンズ8により、表示パネル16に、第1レンズアレイ4の各セルの像が重なり合うようにしている。そして、重ね合わせレンズ8の直後の照明光学系13により、表示パネル16をテレセントリック照明する。ここで、図1でも示したように、表示パネル16の直前には、複屈折材料により構成される複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aが配置されている。

【0043】そして、上記ダイクロイックミラーと第1、第2レンズアレイによってRGBに色分解された光9は、照明光学系13及びTIRプリズム22を経て、この複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aの各マイクロシリンダーレンズ15aaによって、各色毎に表示パネル16の数個の画素16bをそれぞれ照明する。尚、マイクロシリンダーレンズ15aaの代わりに回折レンズとしても良い。同図の複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15a及び表示パネル16の左右は、図示を省略している。尚、これらの間には1/4波長板10が配置されているが、これについては後述する。

【0044】本実施形態では、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aと表示パネル16との間隔が2mm~3mmとなっており、表示パネル16のDMDの画素16bを保護する保護ガラス16aの外側に、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aを配置するスペースが充分ある。また、図2(a)においては、1色当たり4画素を照明する構成となっているが、実際には、保護ガラス16aの厚さが2mm程度であれば、1色当たり6~10画素を照明する構成とし、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aの配置スペースを確保する必要がある。

【0045】このようにして、マイクロシリンダーレンズアレイをDMD素子面から2~3mm離す事で、数画素毎にRGB各色の領域となる照明を行うが、本実施形態では、更に複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aを、同図或いは図1の矢印Awで示すように、その表面に沿って1フレーム内に微細ピッチで或いは連続的に駆動し、画素上の照明光を移動している。そして、これに連動した画素表示を行う事で、全画面において良好なカラー表示を行う事ができる。詳しくは後述する。この場合、図1に示すように、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aの代わりに、照明光学系13の一部のレンズを矢印Bwで示すように光軸Laに垂直に駆動するか、照明光学系13内にミラーを設けてこれを回転

駆動する等の構成としても良い。

【0046】図3は、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイの材料構成を示す模式図である。本実施形態では、表示パネル16として反射型表示パネルであるDMDを用いているので、この場合、表示パネル16直前の複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15a(断面がレンズ形のレンチキュラタイプ)には、表示パネル16へ入射する光9(照明光、実線で示す)と表示パネル16の各画素16bから反射した光21(投影光、二点鎖線で示す)との両方が通過する事となる。表示パネル16へ入射する光9は、前述のように作用するが、反射した光21は、このままでは複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aにより光線が乱され、画質が劣化する。

【0047】これに対処するため、本実施形態では、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aを、等方性の光学材料と複屈折特性を持つ光学材料とで構成し、さらに、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aと表示パネル16との間に、1/4波長板10を配置している。同図において、表示パネル16へ入射する光9は、或特定の偏光面、例えば紙面に沿った偏光面を持ち、表示パネル16で反射した光の内、映像の表示に有効な光21は、偏光面が回転していて、例えば紙面に垂直な偏光面を持つ。これは、これらの光が合わせて1/4波長板10を往復通過する際に、1/2波長板としての働きを受ける事によるものである。

【0048】そこで、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aを構成する、マイクロシリンダーレンズ15aaより上側にある等方性の光学材料の屈折率をNとし、マイクロシリンダーレンズ15aaより下側にある複屈折材料の、光9の偏光面に対する屈折率をNe、光21の偏光面に対する屈折率をNoとする。このとき、 $N=N_o$ とする事により、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aは、光9に対してはマイクロシリンダーレンズアレイとして働き、光21に対しては単なる透明平板となる。これにより、反射型表示パネルを用いても、光21の画質を劣化させる事がなくなる。

【0049】ところで、このような複屈折マイクロシリンダーレンズアレイを、TIRプリズム22と表示パネル16との間に配置するのではなく、図1で示したコンデンサーレンズ23とTIRプリズム22との間に、マイクロシリンダーレンズアレイとして配置する方法がある。これによれば、表示パネル16との距離が充分確保できる上に、このマイクロシリンダーレンズアレイを照明光のみが通過するだけとなり、図3で説明したような、投影光が乱される問題が生じなくなるので、インテグレート光学系Iで偏光変換する必要がなくなり、マイクロシリンダーレンズアレイにおける複屈折効果も不要となる。このとき、マイクロシリンダーレンズアレイとDMDパネルが大きく離れるので、1色当たり

数十画素を照明する構成となる。

【0050】図4、図5は、上述した画素上の照明光を移動する事によりカラー表示を行う原理を説明する図である。ここで、図4は、表示パネル上の位置と照明光との関係を示しており、横軸に位置、縦軸に照明光の強度を取っている。また、図5(a)～(c)は、各画素における時間と照明光との関係を示しており、横軸に時間、縦軸に照明光の強度を取っている。そして、同図(d)は、マイクロシリンダーレンズアレイの移動の様子を示しており、横軸に時間、縦軸にマイクロシリンダーレンズアレイの移動量を取っている。これは、上述した照明光学系の移動量の場合もある。

【0051】まず、図4において、上記表示パネル16の各画素16bの内、或一つの画素を選択し、これに番号1を付する。そして、ここから順に右側の画素へと1つずつ整数番号を付して行く。ここで、上記複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15a(或いは照明光学系13)を駆動する事により、各色の照明領域が、矢印Cwで示すように右側へと一斉に移動する。R、G、B各色の照明領域は、それぞれ破線、実線、点線で示すように、例えば楕円の上半分に近い形の強度分布を持つと仮定している。尚、同図では1色の照明領域に対する画素数は4となっているが、勿論これに限定されるものではない。

【0052】今、番号1の画素に注目すると、図5(a)に示すように、ここで白表示を行うときは、実線Tで示すようにON表示時間を連続的なものとし、R、G、B全ての色を表示すれば良い。次に、番号7の画素に注目すると、同図(b)に示すように、ここで中程度の明るさの青紫表示を行うときは、実線T1、T2で示すように、それぞれRの照明領域の周辺部(強度が弱い)、Bの照明領域の中央部(強度が強い)により照明されるときにおいて、それぞれ短時間及び長時間ON表示すれば良い。

【0053】さらに、番号10の画素に注目すると、同図(c)に示すように、ここで中程度の明るさの緑表示を行うときは、実線T3で示すように、Gの照明領域の周辺から中心にかけて照明される時間だけON表示すれば良い。以上のようにして、各色の照明領域に対応する表示時間を分割し、その分割された時間を組み合わせる事により、各画素における色合いと階調表現を行う。ここでは表示時間を4分割した例を挙げているが、これに限定されるわけでは勿論無く、更に細かく分割する事により、より微妙な表示を行う事ができる。

【0054】ちなみに、いわゆるフルカラー表示を行う場合は、255階調の表示が必要である。従来は、表示の階調を表現するには、一様な照明光の間にONにする時間を255段階でデジタル制御していた。しかし、本実施形態のように、照明領域内で強度分布が変化する場合は、各色の照明領域に対応する表示時間を255分割

までする必要はなく、比較的粗く分割された表示時間を組み合わせる事で、同レベルのフルカラー表示を行う事が可能である。

【0055】最後に、同図(d)に示すように、本例では複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aを、矢印Dwで示す1フレームの時間を一周期として、微小ピッチで或いは連続的に駆動するが、その中には、元の位置に戻すための、矢印Ewで示すブランク時間が必要であり、その間だけは表示は行わない構成となっている。尚、これまで説明した画素上の照明光を移動する事によりカラー表示を行う構成は、表示パネルに必ずしもDM Dを使用する必要はなく、例えば強誘電液晶等のON、OFF切換の応答性の良い素子を使用しても良い。

【0056】図6は、本発明の第2の実施形態の表示光学装置を模式的に示す構成図である。各部の配置は本来3次元的なものであるが、理解を助けるために、平面状に記載している。本実施形態は、上記図1で示した第1の実施形態の構成とほぼ同じであるが、ここでは複屈折マイクロシリンダーレンズアレイを駆動するのではなく、投影光学系24を構成する投影レンズ24aを矢印Fwで示すように光軸Lbに垂直に、1フレーム内に1画素ピッチで(或いは連続的に)駆動し、スクリーン20上の投影光を1画素単位で移動している。そして、これに連動した画素表示を行う事で、全画面において良好なカラー表示を行う事ができる。

【0057】図7、図8は、上述したスクリーン上の投影光を移動する事によりカラー表示を行う原理を説明する図である。ここで、図7は、スクリーン上の位置と投影光との関係を経時変化を踏まえて示しており、横軸に位置、縦軸に時間を取っている。また、図8(a)～(c)は、各画素に対応したスクリーン上の位置における時間と投影光との関係を示しており、横軸に時間、縦軸に投影光の強度を取っている。そして、同図(d)は、投影レンズの移動の様子を示しており、横軸に時間、縦軸に投影レンズの移動量を取っている。

【0058】まず、図7において、上記表示パネル16の各画素に対応したスクリーン20上に投影された画素の内、或一つの画素を選択し、これに番号1を付する。そして、ここから順に右側の画素へと1つずつ整数番号を付して行く。尚、説明の便宜上、付する番号は1から14までとする。このとき、各色の照明領域は、同図にそれぞれ点線、破線、実線で示すように、B、R、Gの順に4画素ずつに対応しているものとする。勿論これに限定されるものではない。ここで、上記投影レンズ24aを駆動する事により、各色の照明領域及びそれに対応する画素が、同図(a)～(c)で示すように、スクリーン上で右側へと1画素ずつ移動する。実際は更に続いて移動して行く。

【0059】図8においては、B、R、G各色の照明領域は、それぞれ点線、破線、実線で示すように、例えば

10

20

30

40

50

楕円の上半分に近い形の強度分布を持つと仮定している。今、図7に示すスクリーン上の位置aに注目すると、図8(a)に示すように、ここで白表示を行うときは、各画素を実線で示すように、全ての画素をONとし、B、R、G全ての色を表示すれば良い。

【0060】次に、図7に示すスクリーン上の位置bに注目すると、図8(b)に示すように、ここで中程度の明るさの青紫表示を行うときは、該当する画素を実線で示すように、それぞれRの照明領域の周辺部（強度が弱い）における例えば番号8の画素、並びにBの照明領域の中央部（強度が強い）における番号2及び3の画素をONとする。そして、その他の画素を破線で示すようにOFFとすれば良い。

【0061】さらに、図7に示すスクリーン上の位置cに注目すると、同図(c)に示すように、ここで中程度の明るさの緑表示を行うときは、該当する画素を実線で示すように、Gの照明領域の周辺から中心にかけての、例えば番号11及び12の画素をONとする。そして、その他の画素を破線で示すようにOFFとすれば良い。以上のようにして、各色の照明領域に対応する各画素を組み合わせる事により、スクリーン上の各位置における色合いと階調表現を行う。ここでは画素の大きさに基づいて表示時間の分割が決まるが、各画素のON時間を更に細かく刻む事により、より微妙な表示を行う事ができる。即ち、各画素の時間分割と各照明領域の画素数との積で階調表示する。

【0062】最後に、図8(d)に示すように、本例では投影レンズ24aを、矢印Dwで示す1フレームの時間を一周期として、1画素ピッチで（或いは連続的に）駆動するが、ここでは1フレームの中間時点で逆方向に駆動して、最後に元に戻る構成とする事により、ブランク時間を不要としている。但し、この駆動方法に限定されるわけではなく、上記図5(d)で示した方法を使用しても良いし、上記第1の実施形態で照明光を移動する構成において、図8(d)で示した方法を使用しても良い。尚、これまで説明したスクリーン上の投影光を移動する事によりカラー表示を行う構成は、表示パネルに必ずしもDMDを使用する必要はなく、例えば強誘電液晶等のON、OFF切換の応答性の良い素子を使用しても良い。

【0063】以下に説明する図9～図11は、TIRプリズム付近の構成を模式的に示す斜視図である。尚、表示パネル16の所定の短辺をc、長辺をdとしている。まず、図9は、従来の構成を示している。同図に示すように、ここでは図示しない上記インテグレートIより、表示パネル16の短辺cに対するアジマス角45度で、光軸Laに沿ってTIRプリズム22に到達した照明光としての光9は、プリズム22bの入射面22baに入射する。そして、全反射面22bbで反射され、入射面22bcより射出し、表示パネル16に向かう。その

直前には、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aが配置されている。尚、アジマス角の基準は長辺としても良い。

【0064】表示パネル16のONの状態の各画素16bからの反射光（ONの反射光）は、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aを経て、入射面22bcに入射してプリズム22bに戻り、全反射面22bbを透過する。更に入射面22aaに入射して、プリズム22aを透過し、射出面22abより投影光である光21として、光軸Lbに沿って射出し、図示しない投影光学系に到る。一方、表示パネル16のOFFの状態の各画素16bからの反射光（OFFの反射光）は、ONの反射光と同様にしてプリズムを透過するが、最終的に光軸Lcに沿って投影光学系から外れた方向へと射出する。

【0065】次に、図10は、第1の実施形態における構成を示している。同図に示すように、ここでは図示しない上記インテグレートIより、表示パネル16の短辺cに対するアジマス角略0度で、光軸Laに沿ってTIRプリズム22に到達した照明光としての光9は、プリズム22bの入射面22baに入射する。そして、全反射面22bbで反射され、入射面22bcより射出し、表示パネル16に向かう。以下、図9における説明と同様である。

【0066】さらに、図11は、第2の実施形態における構成を示している。同図に示すように、ここでは図示しない上記インテグレートIより、表示パネル16の短辺cに対するアジマス角約148度で、光軸Laに沿ってTIRプリズム22に到達した照明光としての光9は、プリズム22bの入射面22baに入射する。そして、全反射面22bbで反射され、入射面22bcより射出し、表示パネル16に向かう。その直前には、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aが配置されている。

【0067】表示パネル16のONの状態の各画素16bからの反射光（ONの反射光）は、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aを経て、入射面22bcに入射してプリズム22bに戻り、全反射面22bbを透過する。更に入射面22aaに入射して、プリズム22aを透過し、射出面22abより投影光である光21として、光軸Lbに沿って射出し、図示しない投影光学系に到る。一方、表示パネル16のOFFの状態の各画素16bからの反射光（OFFの反射光）は、ONの反射光と同様にしてプリズム22bに戻るが、全反射面22bbで反射され、最終的に光軸Ldに沿って照明側へと戻される。

【0068】このような構成とするのは、以下の理由による。即ち、DMDにおいては、照明光はOFFの状態のマイクロミラーにより、投影光学系から外れた方向に反射されるが、実際にはこのOFFの光もTIRプリズムを透過するので、その一部の光が投影光学系に到達

し、スクリーンにフレアとして現れる。

【0069】具体的に説明すると、図1と同様にしてTIRプリズム付近の構成を模式的に示す図12において、照明光としての光9は、プリズム22bに対して、光軸Laに沿って、直前のコンデンサーレンズ23を経て、入射面22baに入射する。そして、全反射面22bbに臨界角を超える入射角で入射する事によって、光9はその殆どが反射され、入射面22bcより射出し、表示パネル16に向かう。その直前には、所定の偏光に対してマイクロレンズ効果をもたらす複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aが配置されている。

【0070】表示パネル16はDMDで構成されており、ここに照明された光9を、画素毎に表示情報に応じてONの状態のマイクロミラー或いはOFFの状態のマイクロミラーで反射する。このとき、ONの反射光は、複屈折マイクロシリンダーレンズアレイ15aを経て、入射面22bcに入射してプリズム22bに戻る。そして、全反射面22bbに臨界角以内の入射角で入射してここを透過し、更に入射面22aaに入射して、プリズム22aを透過して射出面22abより射出し、光軸Lbに沿って投影光である光21として投影光学系24に到る。この投影光学系24により、表示パネル16の表示情報が図示しないスクリーンに投影される。

【0071】一方、OFFの反射光は、プリズム22b、22aを透過しても、最終的に投影光学系24に到らない方向へと光軸Lcに沿って射出するが、その一部の光が投影光学系24の特にコバの部分に到達し、スクリーンにフレアとして現れてしまう。これを防止するために、図11のような、OFFの反射光を完全に遮断する構成が取られる。

【0072】以下に説明する図13～図15は、照明光と投影光の角度関係を示す図であり、それぞれ上記図9～図11の構成に対応している。各図においては、表示パネル16を基準とした、これに対する照明光の入射角及び投影光の反射角を、その角度に比例する半径の同心円で示している。また、表示パネル16の短辺c方向を同心円の中心Oを通る横軸で示して、この右方向をアジマス角0度とし、長辺d方向を同じく同心円の中心Oを通る縦軸で示して、この上方向をアジマス角90度としている。

【0073】また、図中の破線による丸51は、TIRプリズム22へ入射する照明光の光束の角度範囲を示し、点線による丸52は、表示パネル16へ入射する照明光の光束の角度範囲を示している。そして、実線による丸53は、表示パネル16から射出するONの反射光（投影光）の光束の角度範囲を示し、一点鎖線による丸54は、表示パネル16から射出するOFFの反射光の光束の角度範囲を示している。各丸は、Fナンバーが3の場合の光束範囲を示している。さらに、実線による弧55は、TIRプリズムの全反射面で反射或いは透過す

る角度範囲の境界を示しており、斜線で示す側が透過領域である。

【0074】まず、図13は、上記従来の構成における照明光と投影光の角度範囲を示している。同図において、丸51で示すTIRプリズム22へ入射する照明光のアジマス角は45度、表示パネル16に対する入射角は約105度となっている。また、丸52で示す表示パネル16へ入射する照明光のアジマス角は45度、入射角は20度となっている。そして、丸53で示す表示パネル16から射出するONの反射光（投影光）の反射角は0度となっている。さらに、丸54で示す表示パネル16から射出するOFFの反射光のアジマス角は225度、反射角は40度となっている。

【0075】また、弧55で示すTIRプリズム22のアジマス角は45度、全反射面の表示パネル16に対する傾きは30.5度である。同図に示すように、従来の構成では、丸52で示す表示パネル16へ入射する照明光と、丸53で示す表示パネル16から射出するONの反射光（投影光）とが密接しており、弧55で示すTIRプリズム22によって辛うじて分離されている状態であるので、ここではFナンバーの小さい、明るいレンズを用いる事はできない。

【0076】次に、図14は、上記第1の実施形態の構成における照明光と投影光の角度範囲を示している。同図において、丸51で示すTIRプリズム22へ入射する照明光のアジマス角は0度、表示パネル16に対する入射角は100度足らずとなっている。また、丸52で示す表示パネル16へ入射する照明光のアジマス角は約30度、入射角は30度足らずとなっている。そして、丸53で示す表示パネル16から射出するONの反射光（投影光）のアジマス角は180度、反射角は約10度となっている。さらに、丸54で示す表示パネル16から射出するOFFの反射光のアジマス角は210度余り、反射角は45度余りとなっている。

【0077】また、弧55で示すTIRプリズム22のアジマス角は-12度、全反射面の表示パネル16に対する傾きは34度である。同図に示すように、第1の実施形態では、丸52で示す表示パネル16へ入射する照明光と、丸53で示す表示パネル16から射出するONの反射光（投影光）は、それぞれF3の範囲に対して余裕があり、ここではFナンバーの小さい、更に明るいレンズを用いる事ができる。また、TIRプリズム22へ入射する照明光は、表示パネル16の短辺cに沿った方向から入射させるため、TIRプリズム22を薄く構成する事ができ、また投影光学系24のレンズバックを短くする事ができる。

【0078】このようにして、投影光を表示パネルの垂直方向から若干短辺に沿った方向に傾け、更に非軸投影光学系を用いる事で、Fナンバーを稼ぐ事ができる。また、TIRプリズムの構成方法によって、照明光をほぼ

短辺方向と一致させる事により、TIRプリズムの小型化が可能となり、照明光学系の構成が簡単となる。

【0079】一般に、表示パネルの各画素を形成するDMDのマイクロミラーの、(表示パネル短辺に対する)アジマス角45度、傾き10度の構成に対し、表示パネルへ入射する照明光がアジマス角15度~40度、入射角17度~45度の範囲内にあると、TIRプリズムへ入射する照明光が表示パネルの短辺に沿った方向(アジマス角0度)から照明されるように構成しても、Fナンバー3以上の明るさを確保する事ができる。このときのTIRプリズムのアジマス角は-11度~-13度とする事により、TIRプリズムへ入射する照明光はアジマス角は0度近傍となる。

【0080】これに対し、表示パネルへ入射する照明光がアジマス角40度以上、入射角17度以下のときは、Fナンバー4程度しか確保する事ができない。また、アジマス角15度以下、入射角45度以上のときは、表示パネルから射出するONの反射光(投影光)の反射角が30度以上となり、投影光学系に非軸光学系を用いたとしても、収差補正が難しくなる。即ちここでは、投影光学系は、表示パネル表面の法線方向に対し、3~30度の角度範囲内に主光線を持つような構成とすれば良い。結論として、DMDのマイクロミラーのアジマス角を $\phi$ (マイクロミラーが回転する回転軸に垂直な面と表示パネルの短辺との成す角)、ミラーの傾きを $\theta$ としたとき、表示パネルへ入射する照明光のアジマス角は $0.33\phi \sim 0.9\phi$ 、入射角は $1.7\theta \sim 4.5\theta$ とすれば良い。

【0081】最後に、図15は、上記第2の実施形態の構成における照明光と投影光の角度範囲を示している。同図において、丸51で示すTIRプリズム22へ入射する照明光のアジマス角は約148度、表示パネル16に対する入射角は90度足らずとなっている。また、丸52で示す表示パネル16へ入射する照明光のアジマス角は90度、入射角は15度足らずとなっている。そして、丸53で示す表示パネル16から射出するONの反射光(投影光)のアジマス角は0度、反射角は15度足らずとなっている。さらに、丸54で示す表示パネル16から射出するOFFの反射光のアジマス角は240度余り、反射角は30度余りとなっている。

【0082】また、丸55で示すTIRプリズム22のアジマス角は155度、全反射面の表示パネル16に対する傾きは43.5度である。同図に示すように、第2の実施形態では、丸52で示す表示パネル16へ入射する照明光と、丸53で示す表示パネル16から射出するONの反射光(投影光)とが密接しており、丸55で示すTIRプリズム22によって辛うじて分離されている状態であるので、ここではFナンバーの小さい、明るいレンズを用いる事はできない。また、TIRプリズム22へ入射する照明光は、表示パネル16の短辺cに沿っ

た方向から入射させる事ができないので、TIRプリズムの小型化を図る事はできない。

【0083】けれども本実施形態では、丸54で示す表示パネル16から射出するOFFの反射光を、TIRプリズム22の全反射面の反射領域に持ってくる事ができるので、OFFの反射光をTIRプリズム22で全反射させ、通過しないようにする事ができる。これにより、OFFの反射光が投影光学系に到達する事がなくなり、スクリーン上のフレアを防止する事ができる。結論として、マイクロミラーのアジマス角を $\phi$ 、ミラーの傾きを $\theta$ としたとき、表示パネルへ入射する照明光のアジマス角は $1.8\phi \sim 3\phi$ 、入射角は $1\theta \sim 2\theta$ とすれば良い。

【0084】ここで、アジマス角 $1.8\phi$ 以下、入射角 $1\theta$ 以下のときは、OFFの反射光をTIRプリズムで全反射させる条件において、Fナンバー4より暗い値しか確保する事ができない。また、アジマス角 $3\phi$ 以上、入射角 $2\theta$ 以上のときは、表示パネルから射出するONの反射光(投影光)の反射角が30度以上となり、投影光学系に非軸光学系を用いたとしても、収差補正が難しくなる。即ちここでは、投影光学系は、表示パネル表面の法線方向に対し、10~30度の角度範囲内に主光線を持つような構成とすれば良い。

【0085】ところで、上記第1、第2の実施形態の如く、1つのマイクロ(シリンダー)レンズのピッチが画素ピッチより非常に大きい場合、電気的な制御上、マイクロレンズのピッチ=画素ピッチ $\times 8$ の倍数とするのが良い。デジタル処理においては8bitをデータ最小単位として扱う事が多い。図2等より分かるように、マイクロレンズのピッチ毎に、同位相の照明がなされるので、この条件から外れると、デジタル制御が難しい。

【0086】図16は、本発明の第3の実施形態の表示光学装置を模式的に示す構成図である。同図において、1は光源であり、2は光源1を取り囲むように配置されるリフレクターである。また、7はリフレクター2の光の射出口2aを覆うように配置され、光源1及びリフレクター2からの光に含まれる紫外線及び赤外線をカットするUVIRカットフィルターである。UVIRカットフィルター7の後方(図の右方)には、順に複屈折格子3、第1レンズアレイ4、少し離れて第2レンズアレイ6、その直後に重ね合わせレンズ8が配置されている。

【0087】ここでは図示しないが、第1レンズアレイ4は、格子状に組み合わせられた各セルを有しており、第2レンズアレイ6は、第1レンズアレイ4とは異なる方向に区切った長方形の格子状に組み合わせられた各セルを有している。複屈折格子3は、第2レンズアレイ6の各セルの長辺方向に、光源1及びリフレクター2からの光9の偏光分離を行う。複屈折格子3、第1レンズアレイ4、第2レンズアレイ6を通じて偏光変換が行

われ、光源1及びリフレクター2からの光9は特定の偏光に揃えられて出てくる。この構成を偏光変換装置と呼ぶ。これらの詳細な関係については後述する。

【0088】また、第2レンズアレイ6とその直後の重ね合わせレンズ8により、重ね合わせレンズ8の後述する焦点位置近傍に、第1レンズアレイ4の各セルの像が重なり合うようにしている。尚、重ね合わせレンズ8は、第2レンズアレイ6と一体に成形されていても良い。また、複屈折回折格子3の代わりに、第1レンズアレイ4と第2レンズアレイ6との間に複屈折プリズムアレイ等を配置したものもある。以上の第1レンズアレイ4から重ね合わせレンズ8までを、インテグレート光学系と呼び、光軸をLとする。この、重ね合わせレンズ8の焦点位置に表示パネル16が配置されている。

【0089】そして、重ね合わせレンズ8と表示パネル16との間には、まず、R（赤）、G（緑）、B（青）それぞれの波長領域の光を反射する色分離装置としてのダイクロイックミラーR<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>がそれぞれ異なった傾きで配置され、ダイクロイックミラーの後方（図の上方）には、PBS（偏光ビームスプリッター）プリズム14が配置されている。このとき、光軸Lで重ね合わせレンズ8を透過してきた光9が、R<sub>1</sub>、G<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>それぞれのダイクロイックミラーで反射され、それぞれ異なった角度の光軸L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub>でPBSプリズム14、ひいては表示パネル16に到達するようにしている。尚、ダイクロイックミラーB<sub>1</sub>は全反射ミラーでも良い。また、光9のダイクロイックミラーによる反射光は、図示を省略している。

【0090】このPBSプリズム14は、S偏光を反射して、P偏光を透過する性質を持つ。一方、光源1及びリフレクター2からの光9は、上述した偏光変換によって、PBSプリズム14に対してほぼS偏光に揃えられて入射する。そのため、PBSプリズム14によって、光9はその殆どが反射され、図の左方の表示パネル16に向かう。

【0091】表示パネル16の直前には、複屈折マイクロレンズアレイ15が配置されている。このマイクロレンズアレイはマイクロシリンダーレンズアレイ（断面がレンズ形のレンチキュラータイプ）としても良い。そして、上記ダイクロイックミラーによって色分解された光9は、この複屈折マイクロレンズアレイ15によって、照明光として各色毎に表示パネル16の異なる画素を照明する。詳しくは後述する。この照明により、表示パネル16全体は、R、G、Bの各色それぞれにより順にストライプ状に照明され、各色に照明された画素は各色の情報表示を行う。

【0092】表示パネル16は反射型液晶表示パネルであり、ここに照明された光を、画素毎に表示情報に応じて偏光面を回転させたり（ON）、回転させなかったり（OFF）して反射する。このとき、OFFの反射光

は、複屈折マイクロレンズアレイ15を経てPBSプリズム14に戻るが、S偏光のままであるので、ここで反射され、光源側へと戻される。一方、ONの反射光は、P偏光に変換されているので、複屈折マイクロレンズアレイ15を経てPBSプリズム14に戻ってここを透過し、次の投影光学系17に到る。尚、反射型液晶表示パネルとして、特に例えば高速応答性が必要な場合は、複屈折の軸方向を変化させる事で変調する強誘電液晶（FLC）が用いられる。また、投影光学系17の光軸をL<sub>b</sub>とする。

【0093】この投影光学系17により、表示パネル16の表示情報が図示しないスクリーンに投影される。投影光学系17を形成する投影レンズ群の一部のレンズは、像シフト用レンズ18として、アクチュエータ19により、矢印αで示す如く光軸L<sub>b</sub>と垂直方向に高速で駆動される。これにより、表示情報を高画素化する事ができる。詳しくは後述する。

【0094】図17は、本実施形態における複屈折回折格子と第1、第2レンズアレイとの関係を模式的に示す分解斜視図である。同図では、レンズアレイ中の一部のセルを代表して示してある。同図に示すように、本実施形態では、第1レンズアレイ4の実線で示す各セルの辺方向と第2レンズアレイ6の破線で示す各セルの辺方向とが異なるようにし、複屈折回折格子3のプレーズ3aの溝方向を第2レンズアレイ6の各セルの辺方向に沿うようにしている。具体的には第1レンズアレイ4の各セルの辺方向の対角線方向が第2レンズアレイ6の各セルの辺方向となるようにしている。

【0095】図の左斜め下方に位置する図示しない上記光源1及びリフレクター2からの光9は、複屈折回折格子3のプレーズ3aにより、実線で示す所定偏光面を持つ光9aと、それとは垂直な偏光面を持つ破線で示す光9bとに偏光分離される。これらの光は、第1レンズアレイ4の格子状に並んだ個々のセルA、B、C、Dを透過し、第1レンズアレイ4とは異なる方向に区切った長方形の格子状に並んだ第2レンズアレイ6の個々のセルAa、Ba、Ca、Da上に、所定偏光面を持つ光源像と、それとは垂直な偏光面を持つ光源像とをそれぞれ作り出す。

【0096】セルA、B、C、Dから、異なった方向に並ぶセルAa、Ba、Ca、Daに光源像を作るために、第1レンズアレイ4のA、B、C、D各セルは個々に若干傾いているか、レンズ頂点が偏心している。即ちレンズ頂点がセルの中心からずれている。同様に、第2レンズアレイ6の各セルAa、Ba、Ca、Daも個々に傾いているか、レンズ頂点が偏心している。

【0097】これら互いの光源像は、複屈折回折格子3による分離方向、即ち第2レンズアレイ6の各セルの長辺方向に並び、正しく列を成す。また、これらの光源像は、実線及び破線の楕円（レンズアレイの正面から見

10

20

30

40

50



ば円)で示すように、第2レンズアレイ6の個々のセル上に、或程度の大きさを持って投影される。ちなみに、本例の座標系は、光源側から見た第1レンズアレイ4の正面に向かって上方をy軸、右方をx軸としており、第2レンズアレイ6の正面に向かって、各セルの辺方向に沿った右斜め上方向をy a軸、右斜め下方向をx a軸としている。

【0098】このような構成によれば、第2レンズアレイ6における光源像の重なりが少なく、効率の良い偏光変換を行う事ができる。このとき、例えば破線の楕円で示した光源像の列に沿って、1/2波長板5を帯状にしたものを貼付し、分離した光源像の偏光面を描えれば良い。ちなみに、第1、第2レンズアレイの各セルが同列方向(辺方向が同じ)に並んだ従来の方式と、本実施形態の光源サイズ及び第2レンズアレイ6のセルの面積は等しい。

【0099】本実施形態のようにインテグレータが1段の場合、第1レンズアレイ4のセルは、表示パネル16のアスペクト比にほぼ等しくする必要がある。このような場合でも、第1レンズアレイ4の各セルの辺方向と第2レンズアレイ6の各セルの辺方向とが異なるようにする事により、従来のように辺方向が同じ場合より効率が良い。図18は、インテグレータが1段の場合の第1、第2レンズアレイの位置関係を模式的に示す正面図であり、アスペクト比が4:3の場合を示している。同図に示すように、ここでは第1レンズアレイ4の実線で示す各セルの一つの対角線方向が、第2レンズアレイ6の破線で示す各セルの長辺方向となるようにしている。

【0100】ここでは図示しない上記光源1及びリフレクター2からの光9は、これも図示しない複屈折回折格子3により、所定偏光面を持つ光と、それとは垂直な偏光面を持つ光とに偏光分離される。これらの光は、第1レンズアレイ4のアスペクト比が4:3の格子状に並んだ個々のセルA、B、C、D、E、Fを透過し、第1レンズアレイ4とは異なる方向に区切った長方形の格子状に並んだ第2レンズアレイ6の個々のセルA a、B a、C a、D a、E a、F a上に、所定偏光面を持つ光源像と、それとは垂直な偏光面を持つ光源像とをそれぞれ作り出す。

【0101】これら互いの光源像は、複屈折回折格子3による分離方向に並び、正しく列を成す。また、これらの光源像は、実線及び破線の円で示すように、第2レンズアレイ6の個々のセル上に、或程度の大きさを持って投影される。ちなみに、本例の座標系は、光源側から見た第1レンズアレイ4の正面に向かって上方をy軸、右方をx軸としており、第2レンズアレイ6の正面に向かって、各セルの辺方向に沿った右斜め上方向をy a軸、右斜め下方向をx a軸としている。

【0102】本実施形態では、図17に示すように、複屈折回折格子3の複屈折方向をブレース3 aの溝方向と

なるy a軸方向に揃えているので、偏光分離を行った実線及び破線で示す2種の光9 a、9 b、ひいては実線及び破線の楕円で示す2種の光源像は、偏光面がそれぞれx a軸、y a軸方向となる。ところが、これらの光が次に入射する光学系のためには、偏光面はy軸方向に揃える必要があるので、2種の光源像の列それぞれに、互いに45°で交わる異なった光学軸を持つ帯状の1/2波長板を用いて、偏光面を同時に揃えるようにしている。

【0103】尚、偏光面を描える他の方法として、まず、2種の光源像の内の一方の光源像の列に帯状の1/2波長板を用いて、他方の光源像と偏光面を描えるようにした上で、偏光面全体を一挙にy軸方向に揃える1/2波長板を第2レンズアレイ6全面に用いる事も可能である。また、複屈折回折格子3の複屈折方向を、ブレース3 aの溝方向即ち第2レンズアレイ6の各セルの長辺或いは短辺方向ではなく、第1レンズアレイ4の各セルの長辺或いは短辺方向となるようにしても良い。また、複屈折回折格子を用いる方法以外の偏光分離の方法を行っても良い。

【0104】図19は、本実施形態における複屈折マイクロレンズアレイと表示パネルとの関係を模式的に示す図である。図16でも示したように、表示パネル16の直前には、複屈折材料により構成される複屈折マイクロレンズアレイ15が配置されている。そして、上記ダイクロミックミラーによってRGBに色分解された光9は、この複屈折マイクロレンズアレイ15によって、各色毎に表示パネル16の隣合った同一の複数画素をそれぞれ照明する。本実施形態では同一の画素が2個隣合っており、それが各色毎に配置されている状態、即ちR1、R2、G1、G2、B1、B2の様に配置されている。

【0105】ここでは光9を、角度をRGB毎に変えて複数画素(ここでは2画素)×3色の画素単位で複屈折マイクロレンズアレイ15の各マイクロレンズ15 bに入射させ、それぞれ表示パネル16のR1、R2、G1、G2、B1、B2の画素に集光するようにしている。このように、同一の複数画素が隣合うように配置する事で、各マイクロレンズの焦点距離が長くなり、効率の良い構成が可能となる。尚、同図の複屈折マイクロレンズアレイ15及び表示パネル16の左右は、図示を省略している。

【0106】図20は、複屈折マイクロレンズアレイの材料構成を示す模式図である。本実施形態では、表示パネル16として反射型液晶表示パネルを用いているので、この場合、表示パネル16直前の複屈折マイクロレンズアレイ15には、表示パネル16へ入射する光9(照明光)と表示パネル16から反射した光21(投影光)との両方が通過する事となる。表示パネル16へ入射する光9は前述のように作用するが、反射した光21は、このままでは複屈折マイクロレンズアレイ15によ



り光線が乱され、画質が劣化する。

【0107】これに対処するため、本実施形態では、複屈折マイクロレンズアレイ15を、等方性の光学材料と複屈折特性を持つ光学材料とで構成している。同図において、表示パネル16へ入射する光9は、或特定の偏光面、例えば紙面に垂直な偏光面を持ち、反射した光の内、映像の表示に有効な光21は偏光面が回転している、例えば紙面に沿った偏光面を持つ。

【0108】そこで、複屈折マイクロレンズアレイ15を構成する、マイクロレンズ15bより上側にある等方性の光学材料の屈折率をNとし、マイクロレンズ15bより下側にある複屈折材料の、光9の偏光面に対する屈折率をN<sub>e</sub>、光21の偏光面に対する屈折率をN<sub>o</sub>とする。このとき、N=N<sub>o</sub>とする事により、複屈折マイクロレンズアレイ15は、光9に対してはマイクロレンズアレイとして働き、光21に対しては単なる透明平板となる。これにより、反射型表示パネルを用いても、光21の画質を劣化させる事がなくなる。

【0109】但し、同図では、説明のために、光9が表示パネル16に対して斜め方向に入射し、光21として反対側の斜め方向へと反射する形で描いているが、実際は光9、光21共、主な光軸は表示パネル16に対して垂直である。尚、同図の複屈折マイクロレンズアレイ15及び表示パネル16の左右は、図示を省略している。また、以上に述べてきた光源1から複屈折マイクロレンズアレイ15までの構成を、照明光学系と呼ぶ。

【0110】図21は、投影光学系における画素シフトの原理を模式的に示す斜視図である。本実施形態では、上記表示パネル16は単板であるので、例えば解像度が\*

R1R2G1G2B1B2..... (1フレーム目)

.....R1R2G1G2B1B2.....

.....R1R2G1G2B1B2.....

R1R2G1G2B1B2..... (2フレーム目)

【0114】本例ではスクリーン上で、表示パネルの同一色の複数画素ずつ画素シフトする機構により、1フレーム中に3段階でシフトを行い、次のフレームの初めに元へ戻るが、この構成では光源に強度ムラがあった場

R1R2G1G2B1B2..... (1フレーム目)

.....R1R2G1G2B1B2.....

.....R1R2G1G2B1B2.....

.....R1R2G1G2B1B2.....

.....R1R2G1G2B1B2.....

.....R1R2G1G2B1B2.....

R1R2G1G2B1B2..... (2フレーム目)

【0116】本例ではスクリーン上で、表示パネルの同一色で別の場所の画素が重なるように画素シフトする機構により、1フレーム中に6段階でシフトを行い、次のフレームの初めに元へ戻る構成である。これにより明るさムラを抑える事ができるが、ここでは画素シフトの駆★

R1R2G1G2B1B2..... (1フレーム目)

\* XGA (1024画素×768画素)の表示を行うためには、RGB各色に対してそれぞれ画素が必要であるので、そのままでは1つの表示パネルでXGA画素の3倍の画素が必要となり、表示パネルが大きくなってコストもかかる。そこで、単板でありながら表示パネルの画素数をXGAと同じにして、スクリーンに表示する画素を高速でずらす事により、カラーのXGA表示が可能となる。

【0111】具体的には、同図の投影光学系17の一部のレンズを、像シフト用レンズ18として、矢印αで示す如く光軸Lbと垂直方向に高速で駆動する。このとき、表示パネル16からの投影光の内、代表的にBの光に注目すると、同図(a)においてスクリーン20上でB1、B2の列であった位置に、矢印βで示すように同図(b)においてそれぞれG1、G2の列が来るようにし、更に矢印γで示すように同図(c)においてそれぞれR1、R2の列が来るようにする。そして、最後には矢印δで示すように同図(a)の状態に戻る。以上のように3つの状態を高速で繰り返す。また、各状態に応じて表示の内容も切り替えて制御を行い、シフトして時間的に重ね合わせた画像でカラー表示を行う。

【0112】像シフト用レンズ18の駆動は、図16で述べたアクチュエータ19により、画素サイズと同オーダー、即ち10μmから数10μmの単位で行われる。アクチュエータとしては、例えばMC (ムービングコイル) やMM (ムービングマグネット) 等が、高出力で高速駆動するのに適している。

【0113】上述した画素シフトの構成を例1として改めて示すと、以下ようになる。

※合、同一色で別の場所の画素(例えばR1とR2)で明るさの差が生じる。

【0115】これを防止するための画素シフトの構成を、例2として以下に示す。

★動制御を頻繁に行う必要が生じる。

【0117】駆動制御に余裕を持たせたままで明るさムラを防止するための画素シフトの構成を、例3として以下に示す。

.....R1R2G1G2B1B2.....  
 .....R1R2G1G2B1B2  
 R1R2G1G2B1B2..... (2フレーム目)  
 .....R1R2G1G2B1B2.....  
 .....R1R2G1G2B1B2  
 R1R2G1G2B1B2..... (3フレーム目)

【0118】本例ではスクリーン上で表示パネルの同一色の複数画素ずつ画素シフトする機構により、1フレーム中に3段階でシフトを行い、次のフレームの初めに、表示パネルの同一色で別の場所の画素が重なる位置に戻り、同様に3段階でシフトを行って、更に次のフレームの初めに、最初の位置に戻る構成である。尚、以上に説明した画素シフトの構成では、同一色の画素が2個隣合

って並ぶ例を示したが、これに限定される訳では勿論なく、実際は数個隣合う構成も可能であり、画素シフトの構成も様々な組み合わせが考えられる。  
 【0119】図24は、本発明の第4の実施形態の表示光学装置を模式的に示す構成図である。各部の配置は本来3次元的なものであるが、理解を助けるために、平面状に記載している。同図において、1は光源であり、2

は光源1を取り囲むように配置されるリフレクターである。また、7はリフレクター2の光の射出口2aを覆うように配置され、光源1及びリフレクター2からの光に含まれる紫外線及び赤外線をカットするUVIRカットフィルターである。  
 【0120】UVIRカットフィルター7の後方(図の右方)には、第1レンズアレイ4、少し離れて第2レンズアレイ6、その直後に重ね合わせレンズ8が配置されている。尚、ここでは図示しないが、第1レンズアレイ4は、格子状に組み合わせられた各セルを有しており、第

2レンズアレイ6は、第1レンズアレイ4とは別の格子状に組み合わせられた各セルを有している。各セルの長辺と短辺との長さの比は、後述する表示パネルの表示面のそれと同じ、即ち相似形になっている。また、第2レンズアレイ6と重ね合わせレンズ8との間には、後述するマスク板31が設けられている。  
 【0121】そして、第1レンズアレイ4は、複屈折回折格子を有しており、第2レンズアレイ6の各セルの短辺方向に、光源1及びリフレクター2からの光9の偏光分離を行う。第1レンズアレイ4、第2レンズアレイ6

を通じて偏光変換が行われ、光源1及びリフレクター2からの光9(不図示)は特定の偏光に揃えられて出てくる。この構成を偏光変換装置と呼ぶ。これらの詳細な関係については後述する。  
 【0122】また、第2レンズアレイ6とその直後の重ね合わせレンズ8により、後述する表示パネルに、第1レンズアレイ4の各セルの像が重なり合うようにしている。尚、重ね合わせレンズ8は、第2レンズアレイ6と一体に成形されていても良い。以上の第1レンズアレイ4から重ね合わせレンズ8までを、インテグレータ光学

系1と呼び、光軸をLとする。この、重ね合わせレンズ8の焦点位置にコンデンサーレンズ32が配置されている。或いは、より照明の効率をよくするために、重ね合わせレンズ8とコンデンサーレンズ32の合成焦点位置を表示パネルとしても良い。本件では説明しやすくするために、前者の構成としている。

【0123】そして、重ね合わせレンズ8とコンデンサーレンズ32との間に、R(赤)、G(緑)、B(青)それぞれの波長領域の光を反射する色分解光学系としてのダイクロイックミラーR<sub>i</sub>、G<sub>i</sub>、B<sub>i</sub>がそれぞれ異なった傾きで配置されている。そして、光軸LでUVIRカットフィルター7を透過してきた光9が、R<sub>i</sub>、G<sub>i</sub>、B<sub>i</sub>それぞれのダイクロイックミラーで反射され、それぞれ異なった角度の光軸L<sub>i</sub>、L<sub>i</sub>、L<sub>i</sub>(それぞれ破線、実線、点線で示す)で後方(図の下方)に配置されたコンデンサーレンズ32に到達するようにしている。尚、ダイクロイックミラーB<sub>i</sub>は全反射ミラーでも良い。

【0124】コンデンサーレンズ32の後方(図の下方)には、マイクロシリンダーレンズアレイ33が配置されている。このマイクロシリンダーレンズアレイはマイクロレンズアレイとしても良い。更にその後方には、PBS(偏光ビームスプリッター)プリズム14が配置されている。このPBSプリズム14は、S偏光を反射して、P偏光を透過する性質を持つ。一方、光源1及びリフレクター2からの光9は、上述した偏光変換によって、PBSプリズム14に対してほぼS偏光に揃えられて、光軸Laに沿って入射する。

【0125】そのため、PBSプリズム14によって、光9はその殆どが反射され、図の左方の表示パネル16に向かう。そして、上記ダイクロイックミラーによって色分解された光9は、上記マイクロシリンダーレンズアレイ33によって、照明光として各色毎に表示パネル16の異なる画素を照明する。詳しくは後述する。この照明により、表示パネル16全体は、R、G、Bの各色それぞれにより順にストライプ状に照明され、各色に照明された画素は各色の情報表示を行う。以上説明した構成を、照明光学装置の一例とする。

【0126】表示パネル16は反射型液晶表示パネルであり、強誘電液晶、高速TN型液晶等のON、OFF切換の応答性の良い素子を使用される。そして、ここに照明された光を、画素毎に表示情報に応じて偏光面を回転させたり(ON)、回転させなかったり(OFF)して反射する。このとき、OFFの反射光はPBSプリズム

14に戻るが、S偏光のままであるので、ここで反射され、光源側へと戻される。

【0127】一方、ONの反射光は、P偏光に変換されているので、PBSプリズム14に戻ってここを透過し、光軸L<sub>b</sub>に沿って投影光である光21として次の投影光学系17に到る。この投影光学系17により、表示パネル16の表示情報が図示しないスクリーンに投影される。尚、光21は図示を省略している。以上説明した投影光学系及びスクリーンの構成を、投影光学装置の一例とする。

【0128】図25は、本発明の第5の実施形態の表示光学装置を模式的に示す構成図である。各部の配置は本来3次元的なものであるが、理解を助けるために、平面状に記載している。同図において、1は光源であり、2は光源1を取り囲むように配置されるリフレクターである。また、7はリフレクター2の光の射出口2aを覆うように配置され、光源1及びリフレクター2からの光に含まれる紫外線及び赤外線をカットするUVIRカットフィルターである。

【0129】UVIRカットフィルター7の後方（図の右方）には、第1レンズアレイ4、少し離れて第2レンズアレイ6、その直後に重ね合わせレンズ8が配置されている。尚、ここでは図示しないが、第1レンズアレイ4は、格子状に組み合わせられた各セルを有しており、第2レンズアレイ6は、第1レンズアレイ4とは別の格子状に組み合わせられた各セルを有している。各セルの長辺と短辺との長さの比は、後述する表示パネルの表示面のそれと同じ、即ち相似形になっている。また、第2レンズアレイ6と重ね合わせレンズ8との間には、後述するマスク板31が設けられている。

【0130】また、第2レンズアレイ6とその直後の重ね合わせレンズ8により、後述する表示パネルに、第1レンズアレイ4の各セルの像が重なり合うようにしている。尚、重ね合わせレンズ8は、第2レンズアレイ6と一体に形成されていても良い。以上の第1レンズアレイ4から重ね合わせレンズ8までを、インテグレート光学系Iと呼び、光軸をLとする。この、重ね合わせレンズ8の焦点位置にコンデンサーレンズ32が配置されている。

【0131】そして、重ね合わせレンズ8とコンデンサーレンズ32との間に、R（赤）、G（緑）、B（青）それぞれの波長領域の光を反射する色分解光学系としてのダイクロイックミラーR<sub>s</sub>、G<sub>s</sub>、B<sub>s</sub>がそれぞれ異なった傾きで配置されている。そして、光軸LでUVIRカットフィルター7を透過してきた光9が、R<sub>s</sub>、G<sub>s</sub>、B<sub>s</sub>それぞれのダイクロイックミラーで反射され、それぞれ異なった角度の光軸L<sub>1</sub>、L<sub>2</sub>、L<sub>3</sub>（それぞれ破線、実線、点線で示す）で後方（図の下）に配置されたコンデンサーレンズ32に到達するようにしている。尚、ダイクロイックミラーB<sub>s</sub>は全反射ミラーでも良

い。

【0132】コンデンサーレンズ32の後方（図の下）には、マイクロシリンダーレンズアレイ33が配置されている。このマイクロシリンダーレンズアレイはマイクロレンズアレイとしても良い。また、マイクロシリンダーレンズアレイ33の後方には、TIRプリズム22が配置されている。TIRプリズム22は、それぞれ三角柱状をしたガラス等より成るプリズム22b、22aの或面同士が向かい合った構成となっている。プリズム22bは、入射面22ba、射出面を兼ねた全反射面22bb、及び入射面22bcを有し、プリズム22aは、入射面22aa及び射出面22abを有している。互いに向かい合った全反射面22bbと入射面22aaとの間隔は、数μm～数十μmとなっている。

【0133】コンデンサーレンズ32を透過した、光源1及びリフレクター2からの光9は、まず、プリズム22bに対して、光軸L<sub>a</sub>に沿って入射面22baに入射する。そして、全反射面22bbに臨界角を超える入射角で入射する事によって、光9はその殆どが反射され、入射面22bcより射出し、照明光として表示パネル16に向かう。以上説明した構成を、照明光学装置の一例とする。表示パネル16はDMDで構成されており、ここに照明された光9を、画素毎に表示情報に応じてONの状態のマイクロミラー或いはOFFの状態のマイクロミラーで反射する。このとき、ONの反射光は、入射面22bcに入射してプリズム22bに戻る。

【0134】そして、全反射面22bbに臨界角以内の入射角で入射してここを透過し、更に入射面22aaに入射して、プリズム22aを透過して射出面22abより射出し、光軸L<sub>b</sub>に沿って投影光である光21として投影光学系24に到る。この投影光学系24により、表示パネル16の表示情報が図示しないスクリーンに投影される。尚、光21は図示を省略している。一方、OFFの反射光は、プリズム22b、22aを透過しても、最終的に投影光学系24に到らない方向へと射出する。

【0135】以上説明した投影光学系及びスクリーンの構成を、投影光学装置の一例とする。尚、表示パネル16としてDMDの代わりに強誘電液晶、高速TN型液晶等を使用する事もできるが、その場合は偏光板が別途必要となる。具体的には、TIRプリズム22の照明光入射側と投影光射出側とに、それぞれ偏光板を互いに偏光面が光学的に直交するように配設するか、或いはTIRプリズム22と表示パネル16との間に偏光板を配置する必要がある。

【0136】図26は、本発明の第4或いは第5の実施形態の表示光学装置の主要部分を拡大して示す模式図であり、同図（a）は全体図、同図（b）は上記インテグレート光学系部分の側面図である。図24、図25での説明と同様にして、光軸Lに沿って入射してきた光9は、インテグレート光学系Iの第1レンズアレイ4に到

10

20

30

40

50

達する。第1レンズアレイ4の後方(図の下方)には、少し離れて第2レンズアレイ6、その直後に重ね合わせレンズ8が配置されている。第2レンズアレイ6と重ね合わせレンズ8との間には、第2レンズアレイ6の各セルの開口幅を規制する開口部であるスリット31aを有するマスク板31が設けられている。詳しくは後述する。

【0137】第1レンズアレイ4は、格子状に組み合わされた各セル4aを有しており、第2レンズアレイ6は、第1レンズアレイ4とは別の格子状に組み合わされた各セル6aを有している。これら各セルは、同図

(a)の左右方向を長辺方向としている。第1レンズアレイ4に到達した光9は、その個々のセル4a毎に、その後方に少し離れて配置された第2レンズアレイ6の個々のセル6a上に結像する。

【0138】また、第1レンズアレイ4は、同図(b)に示すように、複屈折回折格子を有しており、第2レンズアレイ6の各セルの短辺方向に、光9の偏光分離を行う。ここでは第1レンズアレイ4、第2レンズアレイ6を通じて偏光変換が行われ、光9は特定の偏光に揃えられて出てくる。この偏光変換の原理は、上記図2(b)で説明した内容と同じである。但し、このような偏光変換装置は、DMD、TIRプリズムを使用する上記図25で示した第5の実施形態の構成においては不要である。

【0139】続いて、図26(a)に戻って説明すると、第2レンズアレイ6とその直後の重ね合わせレンズ8により、後述する表示パネル16に、第1レンズアレイ4の各セルの像が重なり合うようにしている。重ね合わせレンズ8から出た光9は、R、G、Bそれぞれのダイクロイックミラーで反射され、RGBに色分解されてそれぞれ異なった角度の光軸L<sub>r</sub>、L<sub>g</sub>、L<sub>b</sub>(それぞれ破線、実線、点線で示す)で後方(図の右方)に配置されたコンデンサーレンズ32に到達する。

【0140】そして、マイクロシリンダーレンズアレイ33及び照明・投影分離光学系34を経て、このマイクロシリンダーレンズアレイ33の各マイクロシリンダーレンズ33aの働きによって、各色毎に表示パネル16を照明する。尚、マイクロシリンダーレンズ33aの代わりに回折レンズとしても良い。また、照明・投影分離光学系34とは、上記図24に示した第4の実施形態におけるPBSプリズム14、或いは上記図25に示した第5の実施形態におけるTIRプリズム22のように、照明光と投影光の分離を行う光学系を意味している。

【0141】このようにして、照明・投影分離光学系の直前(照明側入射位置)にマイクロシリンダーレンズアレイを配置する事で、数十画素毎にRGB各色の領域となる照明を行うが、更にマイクロシリンダーレンズアレイ33を、図26或いは図24、図25の矢印Gwで示すように、その表面に沿って1フレーム内に微細ピッチ

で或いは連続的に駆動し、画素上の照明光を移動している。そして、これに連動した画素表示を行う事で、全面において良好なカラー表示を行う事ができる。

【0142】具体的には、図27に示すように、表示パネル16上にRGB各色でストライプ状の照明(以下、単にストライプと呼ぶ)を行い、これを矢印Gwで示す方向に、1フレームの時間を一周期として移動させる。ここでのストライプsのピッチは1~2mmであり、表示パネル16の画素の大きさと比較すると粗いものとなっている。このようにして、各画素に対してそれぞれRGBの光が順次照明される構成となっている。

【0143】図28は、上述したマスク板31の構成を模式的に示す図である。同図(a)はマスク板31の概略構成、及び第2レンズアレイ6との光軸上から見た位置関係を示している。また、同図(b)は、照明光としての上記各ストライプの横断面方向より見た、表示パネル上の位置と光の強度との関係を示すグラフである。まず、同図(a)において、第2レンズアレイ6は、各セル6aが格子状に配列されており、レンズアレイ全体が略正方形となっている。具体的には、各セル6aがその長辺方向に4個、短辺方向に6個配列されている。

【0144】但し、このような配列に限定されるものではなく、各セル6aは例えば長辺方向に4~8個配列され、短辺方向には、レンズアレイ全体として略正方形となるように、長辺と短辺の長さの比に応じた個数だけそれぞれ配列される。ここで、第2レンズアレイ6は、これに重ねて配置されたマスク板31により、そのスリット31aの部分だけ開口している。即ち、この部分だけ光が透過する状態である。具体的には、第2レンズアレイ6の各セル6aの中央で、長辺方向に1/3の幅a<sub>0</sub>だけ開口した状態となっている。尚、スリットは、単に孔が開いている状態でも良いし、この部分が透明となっている状態でも良い。

【0145】このような構成により、各セル上の光源像L<sub>i</sub>の幅が規制され、結果として上記表示パネル上に照明される各ストライプの幅が規制されて、隣合うストライプ同士の干渉を計算上は防止する事ができる。しかしながら、上述のように1/3幅開口した状態では、実際は誤差や収差等の影響により、同図(b)に示すように、各ストライプの幅の規制が十分ではなく、隣合うストライプ同士、即ち点線で示すBのストライプと破線で示すRのストライプ、或いはRのストライプと実線で示すGのストライプとが、まだ部分的に干渉しており、画像の色純度低下の原因となる。

【0146】そこで、上記開口の幅を更に規制する。図29は、開口幅を小さくしたマスク板31の構成を模式的に示す図である。同図(a)はそのマスク板31の概略構成、及び第2レンズアレイ6との光軸上から見た位置関係を示している。また、同図(b)は、この構成における各ストライプの表示パネル上の位置と光の強度と

の関係を示すグラフである。

【0147】同図(a)において、マスク板31の中央寄りのスリット31aの開口幅を $a_1$ 、周辺寄りのスリット31aの開口幅を $a_2$ とすると、 $a_1$ は例えば上記 $a_0$ の0.7~0.95倍であり、 $a_2$ は $a_1$ より更に小さい値となっている。つまり、スリット31aが周辺に近いほど、開口幅を小さくしている。これは、レンズアレイの各セルの内、周辺に近いものほどその各セル上の光源像 $Li$ は、収差の影響で楕円状に歪んで小さくなるので、この部分の開口幅を多めに規制する事により、照明効率の悪化を抑制しつつ上記各ストライプの幅を効果的に規制し、各ストライプ同士の干渉を防止して、色純度を損なわないようにするものである。

【0148】このような構成により、同図(b)に示すように、各ストライプの幅が十分に規制され、隣合うストライプ同士、即ち点線で示すBのストライプと破線で示すRのストライプ、或いはRのストライプと実線で示すGのストライプとが、互いに干渉する事なく、しかも離れてしまう事もないので、照明効率も色純度も保たれる事となる。

【0149】さらに、照明効率と各ストライプの幅の規制とを更に効果的に面立させる構成として、濃度フィルターを用いる方法がある。これは、図30に示すように、マスク板31の各スリット31aの開口幅 $a_0$ の周辺付近で、その周辺に近づくに従って透過率が低下して行くようにした構成である。これにより、照明効率を保ったまま各ストライプの幅を更に効果的に規制し、各ストライプ同士の干渉を防止して、色純度を損なわないようにする事ができる。

【0150】また、他の構成として、スリットの開口幅を可変にする方法がある。これは、例えば図31に示すように、実線で示すマスク板31と破線で示すマスク板35とを重ね合わせ、各スリット31a、35aが重なりあった部分を実際のスリットとして使用するものである。この場合、各マスク板31、35は、同図のスリット開口幅方向である矢印Hwに沿って、互いに連動してそれぞれ逆方向に駆動される構成となっている。これにより、スリットの中心位置が第2レンズアレイ6の各セル6aに対してずれる事なく、その開口幅を調節する事ができる。

【0151】開口幅の調節は、装置外部の光の強さに従って行われる。つまり、本実施形態の表示光学装置を使って画像投影を行う際に、使用する部屋の明るさに応じてスリットの開口幅を変化させる。即ち、部屋が比較的明るいときは、投影画像も明るくして見やすくするために、スリットの開口幅を大きくし、逆に部屋が比較的暗いときは、投影画像の色純度を重視して画質を高めるために、スリットの開口幅を小さくする。或いは、装置の出荷前に標準的な開口幅となるように調整して固定しても良い。

【0152】マスク板の駆動については、外部の光の強さを装置に設けたセンサー(不図示)により検出し、それをフィードバックして図示しないモーター等により行う方法でも良いし、使用者が投影画像を見ながら手動で行う方法でも良い。尚、以上説明したようなマスク板を使う構成は、上述した第1、第2の実施形態においても、インテグレート光学系と色分離を行うダイクロイックミラーとの配置を交替した上で、使用する事ができる。

10 【0153】ところで、上述したマイクロシリンダーレンズアレイ33の駆動方法について以下に述べる。図32は、マイクロシリンダーレンズアレイを往復駆動する例を模式的に示している。同図において、マイクロシリンダーレンズアレイ33は、光軸方向より見た状態で描かれている。マイクロシリンダーレンズアレイ33の、各マイクロシリンダーレンズ33aの長手方向に沿った側面33bの中央付近には、カム36が当接しており、反対側の側面33cは、例えばバネ37により付勢され、マイクロシリンダーレンズアレイ33をカム36に押しつける状態となっている。

20 【0154】このとき、カム36が軸36a周りに回転すると、その偏心によりマイクロシリンダーレンズアレイ33が、マイクロシリンダーレンズ33aの配列の1ピッチpだけ矢印Gw方向に往復駆動される。これにより、ここでは図示しない表示パネル16の画素上の照明光を移動させる事ができる。

【0155】また、図33は、マイクロシリンダーレンズを連続駆動する例を斜視図で示している。ここでは多数のマイクロシリンダーレンズ38aがベルト状に連結されて輪状を成している。これをマイクロシリンダーレンズ群38と呼ぶ。マイクロシリンダーレンズ群38は、軸支された2個のプーリー39に連架されており、そのプーリー39間にはPBSプリズム14が配設されている。今、プーリー39が図示しないモーター等により各矢印方向に回転すると、マイクロシリンダーレンズ群38が回転し、マイクロシリンダーレンズ38aがその配列方向即ち矢印Gwで示す方向に連続駆動される。

30 【0156】このとき、光9が矢印で示す光軸方向よりマイクロシリンダーレンズ群38に入射すると、マイクロシリンダーレンズ38aを経てPBSプリズム14に到達し、ここで反射されて下方の表示パネル16を照明する。ここでは表示パネル16上の照明光が連続的に移動する事となる。尚、同図のマイクロシリンダーレンズ、PBSプリズム、表示パネルの位置関係は、図24に示したものと若干異なっている。

40 【0157】尚、特許請求の範囲で言う照明光学系及び投影光学系は、実施形態における照明光学装置及び投影光学装置にそれぞれ対応している。

【0158】

50 【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、

画素ピッチが細かい表示パネルにおいても、効率の良い構成が可能な、高解像度の表示光学装置を提供する事ができる。

【0159】特に、同一の複数画素が隣合うように配置する事で、各マイクロレンズの焦点距離が長くなり、効率の良い構成が可能となる。

【0160】また、照明側或いは投影側において、画素シフトを行う事で、同一画素がとなり合った状態でも、高解像度のカラー画像が得られる。

【0161】また、照明・投影分離光学系の照明光入射側に、マイクロレンズアレイ或いはマイクロシリンダーレンズアレイを配置する事により、表示パネルとの距離が充分確保できる上に、このマイクロレンズアレイ或いはマイクロシリンダーレンズアレイを照明光のみが通過するだけとなり、投影光が乱される事がなくなる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の表示光学装置を模式的に示す構成図。

【図2】第1の実施形態の表示光学装置の主要部分を拡大して示す模式図。

【図3】複屈折マイクロシリンダーレンズアレイの材料構成を示す模式図。

【図4】画素上の照明光を移動する事によりカラー表示を行う原理の説明図（構成）。

【図5】画素上の照明光を移動する事によりカラー表示を行う原理の説明図（動作）。

【図6】本発明の第2の実施形態の表示光学装置を模式的に示す構成図。

【図7】スクリーン上の投影光を移動する事によりカラー表示を行う原理の説明図（構成）。

【図8】スクリーン上の投影光を移動する事によりカラー表示を行う原理の説明図（動作）。

【図9】TIRプリズム付近の構成を模式的に示す斜視図（従来例）。

【図10】TIRプリズム付近の構成を模式的に示す斜視図（第1の実施形態）。

【図11】TIRプリズム付近の構成を模式的に示す斜視図（第2の実施形態）。

【図12】従来のTIRプリズム付近の構成を模式的に示す図。

【図13】従来の構成における照明光と投影光の角度範囲を示す図。

【図14】第1の実施形態の構成における照明光と投影光の角度範囲を示す図。

【図15】第2の実施形態の構成における照明光と投影光の角度範囲を示す図。

【図16】本発明の第3の実施形態の表示光学装置を模式的に示す構成図。

【図17】複屈折回折格子と第1、第2レンズアレイとの関係を模式的に示す分解斜視図。

【図18】インテグレータが1段の場合の第1、第2レンズアレイの位置関係を模式的に示す正面図。

【図19】複屈折マイクロレンズアレイと表示パネルとの関係を模式的に示す図。

【図20】複屈折マイクロレンズアレイの材料構成を示す模式図。

【図21】投影光学系における画素シフトの原理を模式的に示す斜視図。

【図22】従来の一例であるマイクロレンズアレイと表示パネルとの関係を模式的に示す図。

【図23】従来他の例であるマイクロレンズアレイと表示パネルとの関係を模式的に示す図。

【図24】本発明の第4の実施形態の表示光学装置を模式的に示す構成図。

【図25】本発明の第5の実施形態の表示光学装置を模式的に示す構成図。

【図26】本発明の第4或いは第5の実施形態の表示光学装置の主要部分を拡大して示す模式図。

【図27】表示パネル上にRGB各色でストライプ状の照明を行う様子を模式的に示す図。

【図28】マスク板の構成を模式的に示す図。

【図29】開口幅を小さくしたマスク板の構成を模式的に示す図。

【図30】濃度フィルターを用いたマスク板の構成を模式的に示す図。

【図31】スリットの開口幅を可変にしたマスク板の構成を模式的に示す図。

【図32】マイクロシリンダーレンズアレイを往復駆動する例を示す模式図。

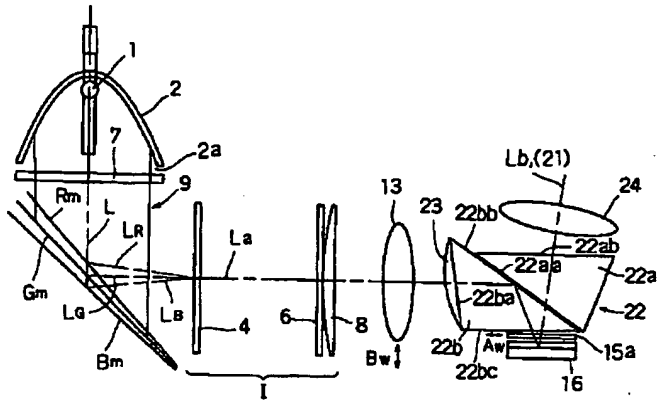
【図33】マイクロシリンダーレンズアレイを連続駆動する例を示す斜視図。

【符号の説明】

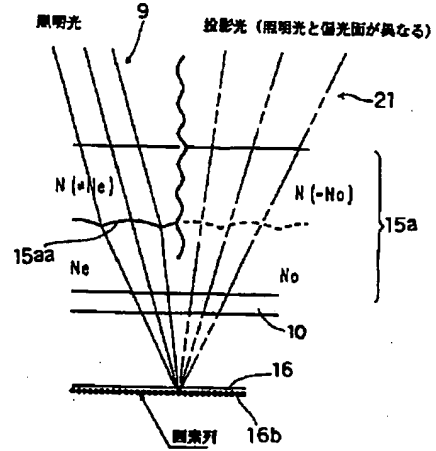
- 1 光源
- 2 リフレクター
- 3 複屈折回折格子
- 4 第1レンズアレイ
- 6 第2レンズアレイ
- 7 UVIRカットフィルター
- 8 重ね合わせレンズ
- 14 PBSプリズム
- 15 複屈折マイクロレンズアレイ
- 16 表示パネル
- 17 投影光学系
- 18 像シフト用レンズ
- 19 アクチュエータ
- 22 TIRプリズム
- 23, 32 コンデンサーレンズ
- 31, 35 マスク板
- 33 マイクロシリンダーレンズアレイ
- 34 照明・投影分離光学系

35  
R., G., B. ダイクロイックミラー

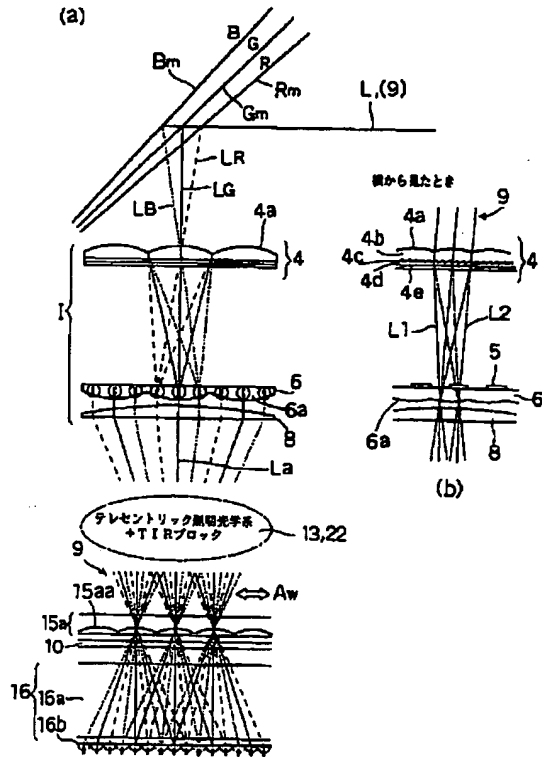
【図1】



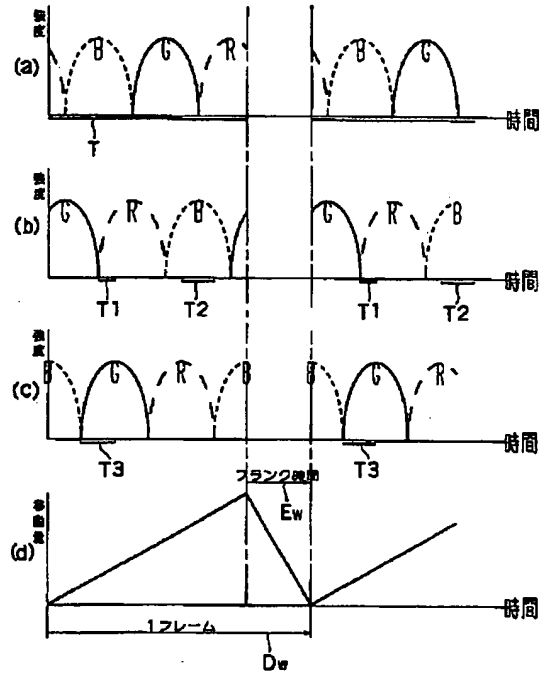
【図3】



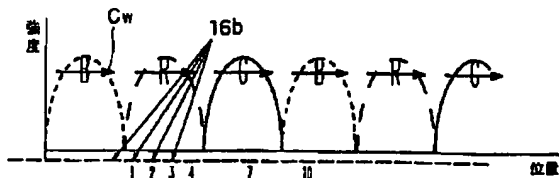
【図2】



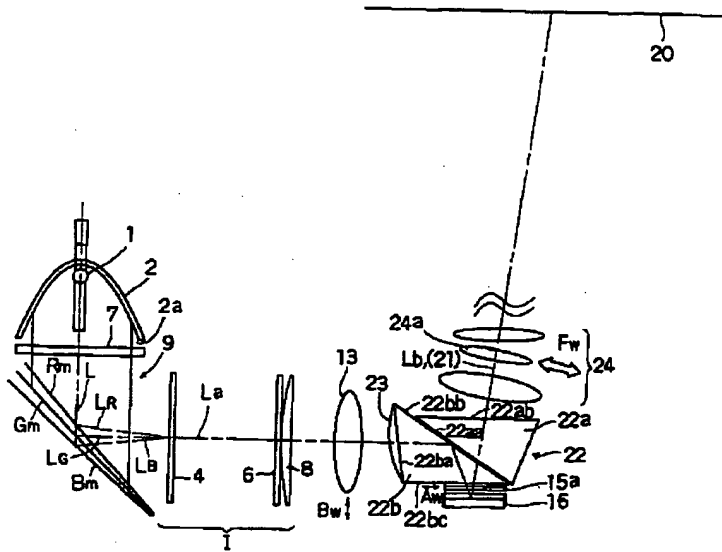
【図5】



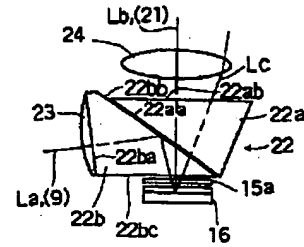
【図4】



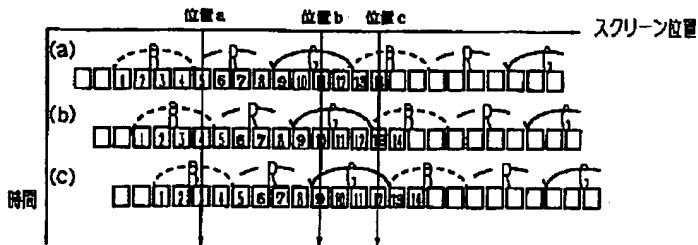
【図6】



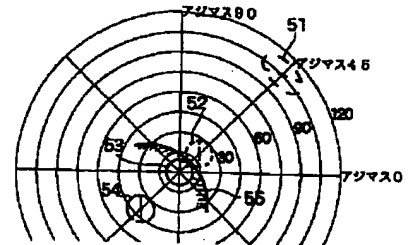
【図12】



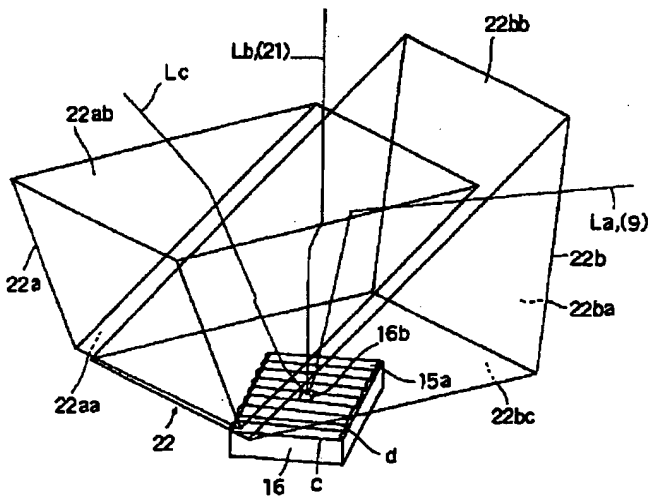
【図7】



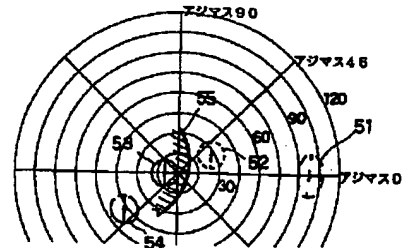
【図13】



【図9】

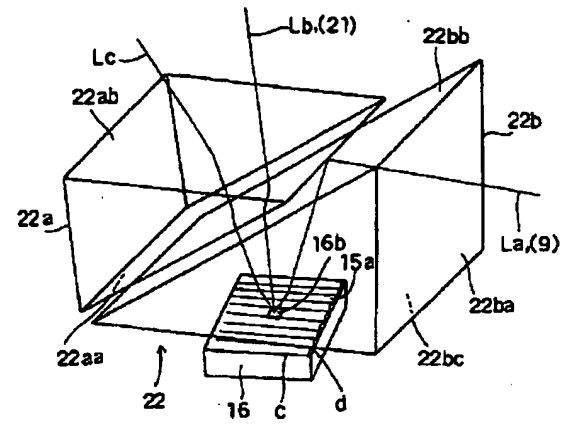


【図14】

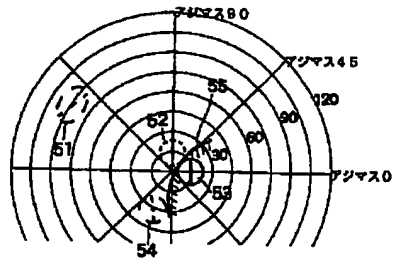




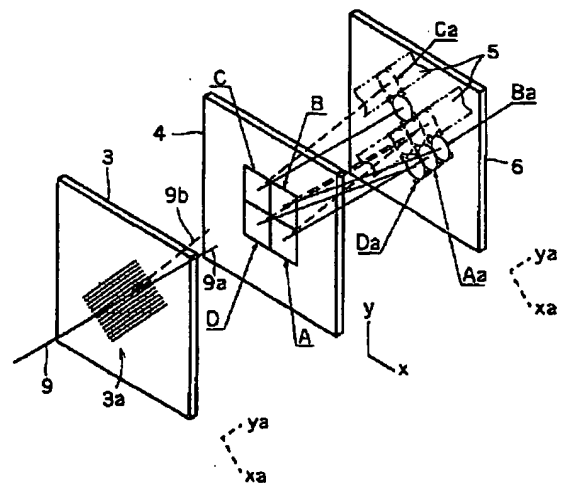
【图 10】



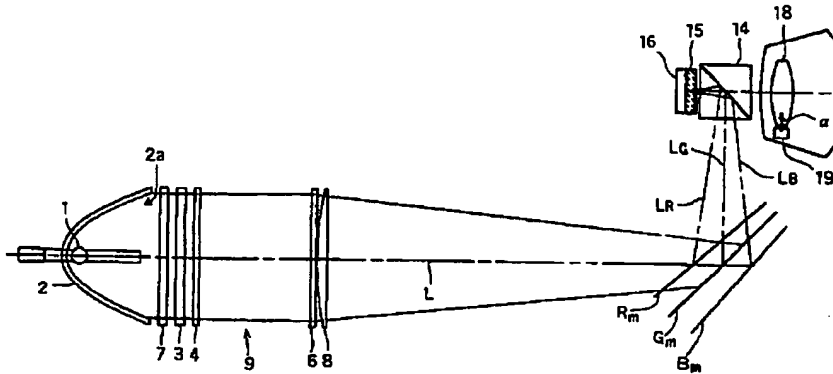
【图 15】



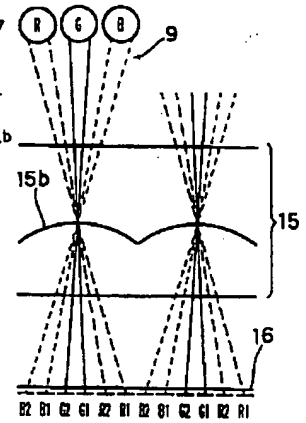
【図 17】



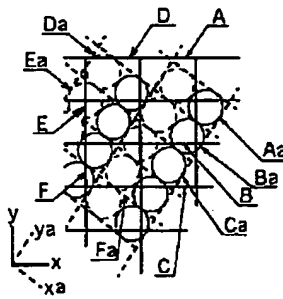
【図16】



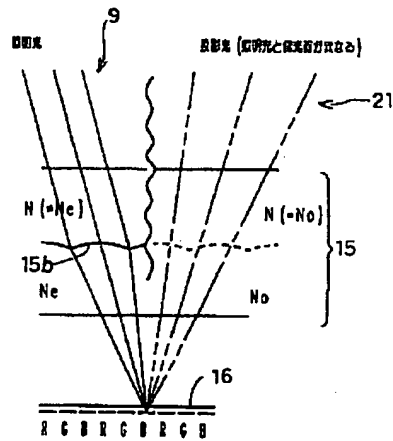
【図19】



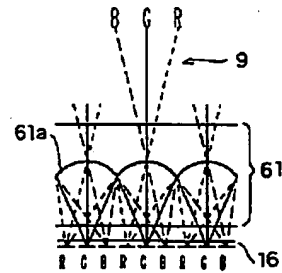
【図18】



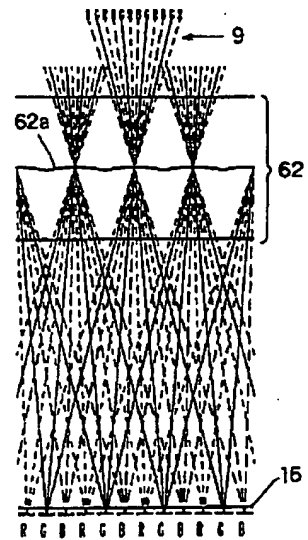
【図20】



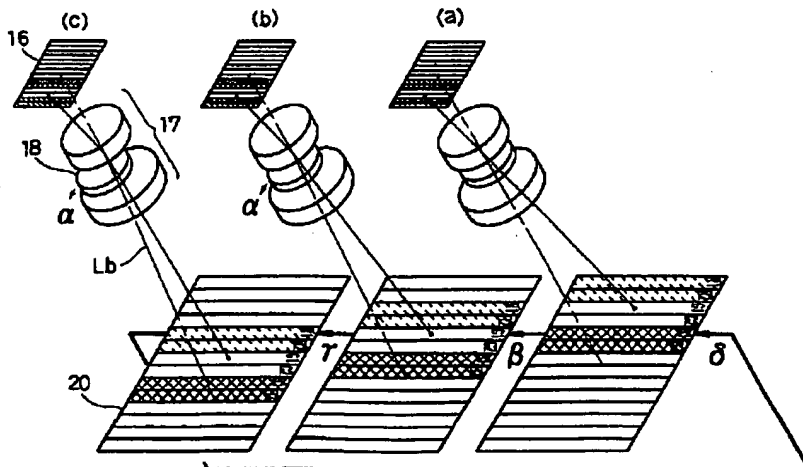
【図22】



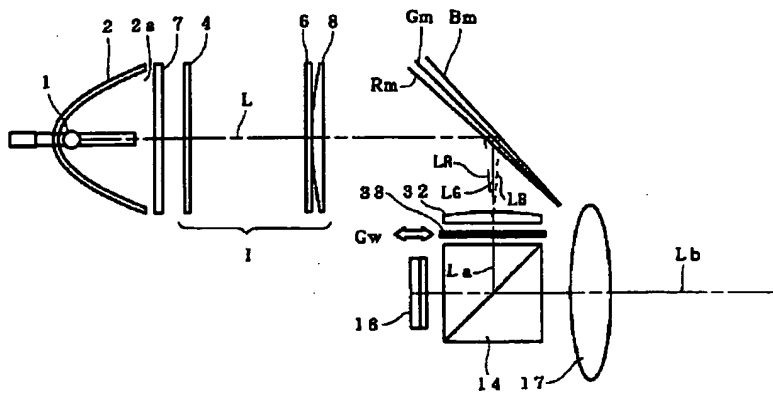
【図23】



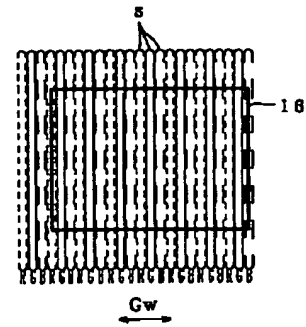
【図21】



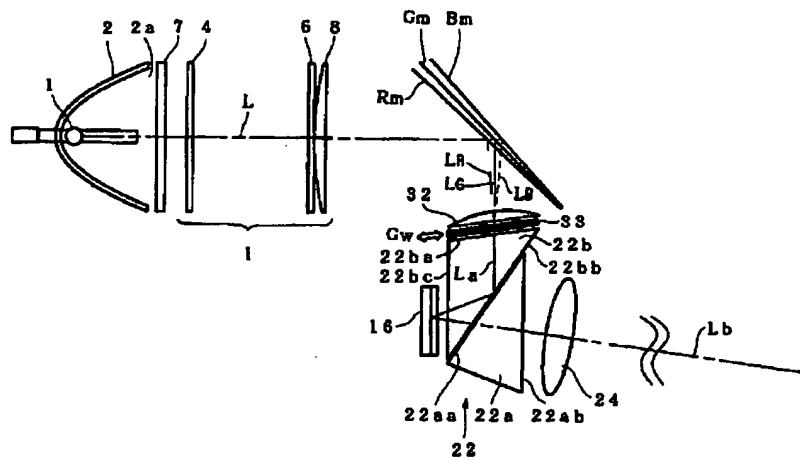
【図24】



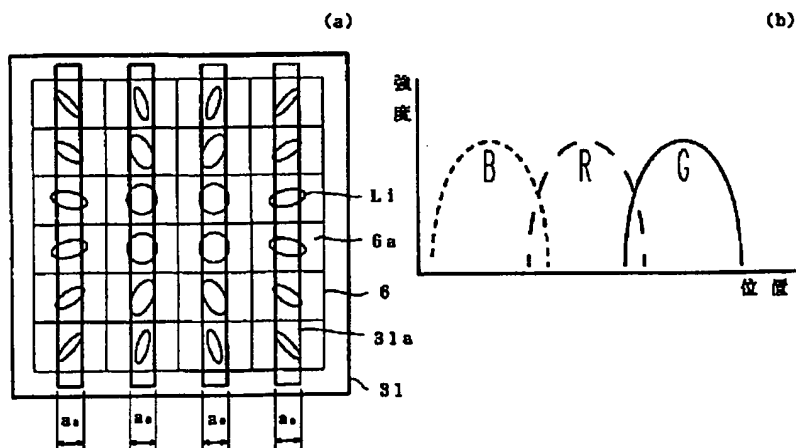
【図27】



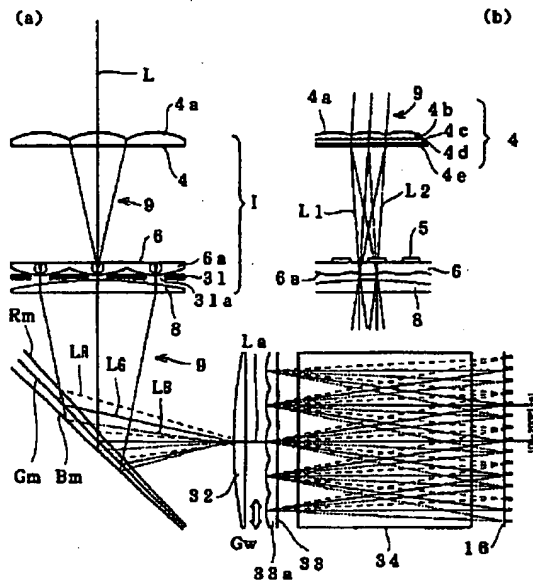
【図25】



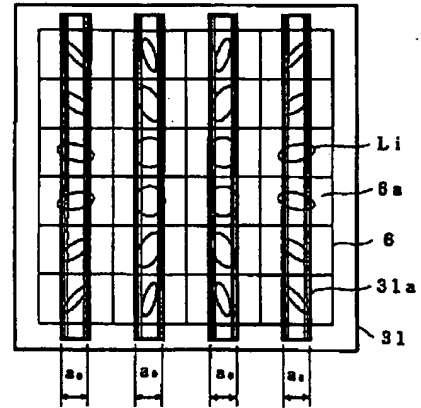
【図28】



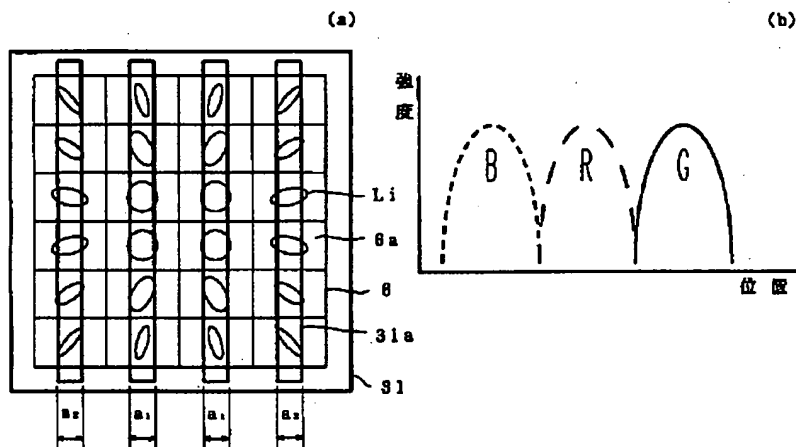
【図26】



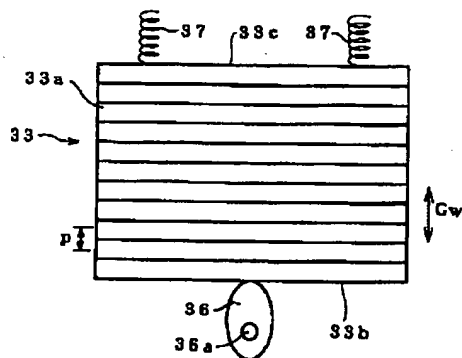
【図30】



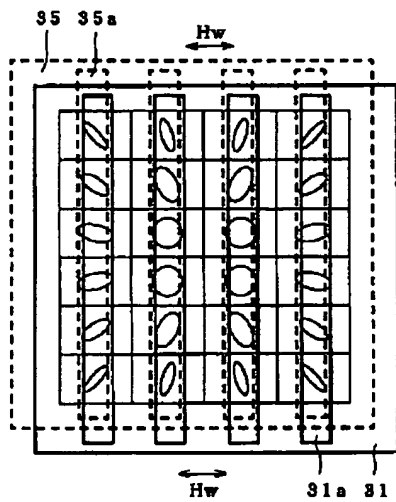
【図29】



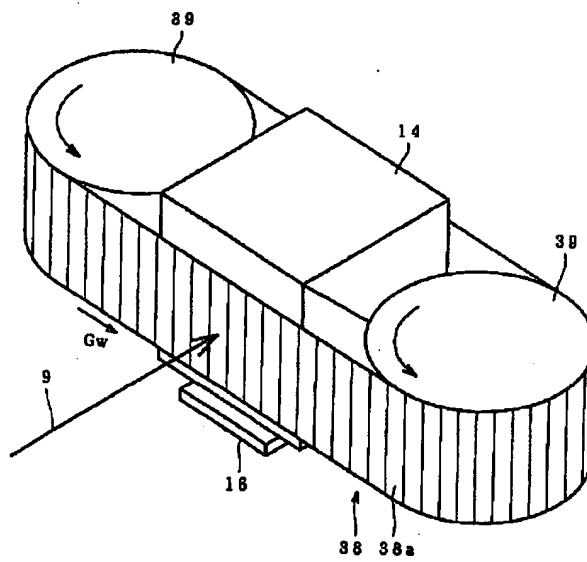
【図32】



【図31】



【図33】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

G 0 9 F 9/00

識別記号

3 6 0

F I

G 0 9 F 9/00

ターマコード (参考)

3 6 0 Z

F ターム(参考) 2H088 EA13 EA16 HA11 HA13 HA20  
 HA21 HA24 HA25 HA28 MA01  
 MA03  
 2H091 FA01Z FA05Z FA10Z FA14Z  
 FA26X FA26Z FA29Z LA16  
 MA07  
 5G435 AA00 AA04 BB12 BB16 BB17  
 CC12 DD02 DD04 DD09 FF03  
 FF05 GG01 GG02 GG03 GG04  
 GG11 GG16 GG46 LL15

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**